

高压静电场对甜瓜种子萌发及幼苗生长的生物学效应

吴旭红

(黑龙江省齐齐哈尔大学生命科学与工程学院, 161006)

摘要:用不同强度的匀强电场作用于甜瓜种子, 在不同的处理时间水平上研究其萌发状况。实验结果表明: 电场对种子萌发及幼苗生长均有一定影响。与对照相比, 电场作用后, 可溶性糖、可溶性蛋白的含量明显提高, 静电处理还提高了种子中 CAT、SOD 等保护酶的活性, 起到了提前打破种子休眠、提高种子活力、促进种子代谢水平的作用。各项指标显示: 以 F、I 效果最为显著, 可视为高压静电场处理促进甜瓜种子萌发和幼苗生长的最佳剂量。

关键词: 高压静电场; 甜瓜种子; 萌发期; 生物效应

中图分类号: S129; S652 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0009(2005)03-0067-02

随着分子生物学和细胞遗传学研究的深入, 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。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, 并对大麦、小麦、玉米、水稻、大豆的处理效应进行了报道。

甜瓜是一种重要的经济作物, 其营养和医疗价值已逐步被人们所认识。因此, 近年来对甜瓜育种和种植方面的研究也愈加深入。由于甜瓜起源于非洲的热带, 适宜于高温干燥气候, 而我国北方地区春季播种较早, 低温冷害往往是甜瓜形成壮苗的限制因素。如何提高萌发阶段种子抗性, 避免低温高湿造成烂种是生产上面临的实际问题。本文研究高压静电场对甜瓜种子萌发阶段的生理生化效应, 旨在为甜瓜的生产栽培提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

甜瓜 (*Cucumis melo* L.) 种子为兴农 8 号, 由齐齐哈尔市农业科研所提供。

1.2 处理方法

高压静电设置为齐齐哈尔大学物理实验室的一台输出电压可连续调节的高压静电电源、平行金属板、伏特表等构成的输出恒稳高压电场。随机抽取足量种子用 4 种不同强度(FI)的电场进行处理, 每个场强设 4 个处理时间(TT)。供试种子随机分成 17 份, 每份 200 粒, 其中 1 份用做对照组(场强为零), 将其它 16 份种子分别置于平行板电极形成的匀强电场中进行处理, 共设 16 个处理剂量(TD), 每个剂量按处理时间递增的代号依次为 A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、K、L、M、N、O、P。

取电场处理过的甜瓜种子经 HgCl₂ 消毒后, 置于铺有二层层吸足水分湿滤纸的培养皿中, 在恒温培养箱中培养, 动态测定各项指标, 所有测定均取三次重复。

1.3 试验方法

1.3.1 根长(LR)、芽长(LS)、鲜重(FW)、简化活力指数

(SVI)按常规方法进行测定^[1]。

1.3.2 可溶性糖按蒽酮硫酸水合热法, 可溶性蛋白用 Bradford 方法测定, 以牛血清白蛋白为标准。

1.3.3 过氧化氢酶活性(CAT)采用碘量法; SOD 活性按 Giannoplitis 的方法。

2 结果与讨论

2.1 不同处理剂量对甜瓜种子发芽阶段表现特性的影响

根长、芽长、鲜重、简化活力指数及发芽率是表现种子表现特性最敏感的测定指标。表 1 数据显示: 静电处理的甜瓜种子, 根长、芽长、鲜重、简化活力指数有较大提高, 各处理剂量中, 以 F、I 提高幅度最大。根长最大提高量为 33.3%、42.6%; 芽长最大提高量为 19.9%、25.7%; 鲜重最大提高量为 41.9%、48.4%。简化活力指数最大提高量为 137.5%、166.7%。O 处理芽长、P 处理根长、芽长、简化活力指数均低于对照, 随处理剂量的加大, 鲜重也呈现出下降的趋势。

表 1 不同处理剂量对鲜重、简化活力指数影响

TD	0	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
LR	1.29	1.33	1.32	1.37	1.50	1.39	1.72	1.54	1.67	1.84	1.60	1.64	1.48	1.51	1.32	1.30	1.27
LS	1.36	1.39	1.40	1.42	1.44	1.66	1.63	1.57	1.62	1.71	1.54	1.51	1.42	1.38	1.34	1.25	1.21
FW	6.2	7.0	7.0	7.3	7.5	7.4	8.8	8.1	8.3	9.2	8.5	7.8	7.4	7.0	6.5	6.8	5.9
SVI	0.24	0.28	0.30	0.39	0.36	0.41	0.57	0.45	0.53	0.64	0.48	0.50	0.44	0.49	0.31	0.26	0.20

综上所述, 说明在 0~3.5 kv/cm (千伏/厘米) 场强范围内, 甜瓜种子有不同的生物效应。适宜剂量的静电处理, 对种子萌发有刺激效应, 能增加种皮透性, 促进种子内部细胞活化, 打破休眠状态, 加速种子萌发过程储藏物质的分解、转化和再利用, 但处理剂量过高, 对甜瓜种子的萌发出现了一定程度的抑制。

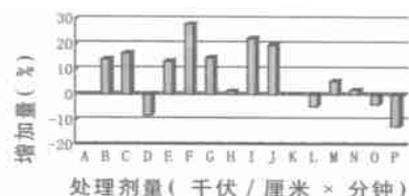


图 1 不同处理剂量对可溶性糖含量的影响

收稿日期: 2004-12-21

2.2 高压静电场对甜瓜种子可溶性糖含量的影响

随种子的萌发, 种子内可溶性糖含量逐渐增加。因此, 处于萌发期的甜瓜种子内可溶性糖含量在一定程度上可以反映种子的萌发状况和种子活力的大小。

测得可溶性糖含量结果表明, 经 16 个场强处理的甜瓜种子, 长到第 3 d(天)时, 可溶性糖含量与对照组均有不同程度的提高, 尤其以 F 组为最高达 27.6%; I 剂量增长率为 21.9%; J 剂量增长 19.3%。说明经静电处理后, 淀粉酶活力提高, 使糖酵解及糖有氧代谢速度加快, 加速了淀粉的水解, 种子的新陈代谢速率加大, 细胞的营养物质被大量消耗。从动态来看, F、I 处理的甜瓜种子第 2 d(天)可溶性糖含量最高, 第 3 d(天)含量变化趋缓, 有下降的趋势, 但仍高于对照。有可能是在静电作用下, 细胞内选择吸收营养成分的载体所获能量增加, 从细胞介质中吸收养分能力增强, 大量的营养被用于新组织器官的建成, 从而导致游离态物质的量相对下降所致。

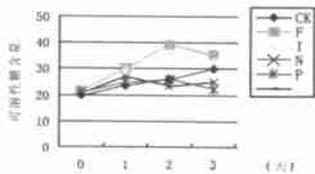


图 2 可溶性糖含量随处理时间的变化

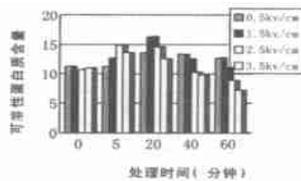


图 3 不同处理剂量可溶性蛋白含量的变化

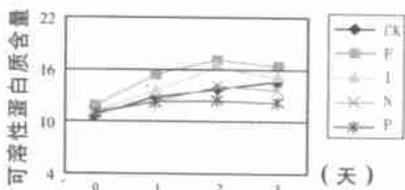


图 4 蛋白质含量随处理时间的变化

2.3 高压静电场对甜瓜种子可溶性蛋白含量的影响

静电处理可以使蛋白质含量普遍提高, 见图 3。尤其以 F、I 剂量提高最为显著。其中 F 提高达 57.2%, I 达 38.2%。这是由于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, 在适宜电场强度作用下, 由于细胞介质中离子浓度的改变, 电子密度的重新有序分布, 加速了多肽链通过氨基酸侧链基团的各种相互作用, 借助于氢键、离子键、疏水键, 使多肽链进一步折叠而形成高级结构, 加速了氨基酸的供胚生长, 也加速了蛋白质的合成之故。但随种子萌发时间的延长, 可溶性蛋白又有下降的趋势。这可能是由于静电处理使子叶代谢水平提高, 细胞分裂加快, 快速生长对营养物质的大量利用所致。

2.4 静电处理对种子保护酶活性的影响

甜瓜种子在萌发生长的初期, 脂类分解代谢旺盛, 呼吸链电子传递体系产生大量氧自由基 O_2^- 、 H_2O_2 、 OH^- , 会危害细胞膜、DNA 和蛋白质, 特别是使膜系统由于过氧化作用产生损伤和使膜变性。高压静电场处理的种子内 CAT、SOD(除 CAT 的 O、P 外)酶活性显著高于对照组, 意味着高压静电处理的甜瓜种子, 清除自由基能力得到了大大提高。CAT 是细胞内清除过量的 H_2O_2 的主要酶, 是 H_2O_2 的解毒剂, 又参与脂肪的 β -氧化, 其活性与植物代谢强度及抗性有密切关系。适宜的静电作用可引起 CAT 活性的增强, 剂量在 F、I CAT 活性最强, 酶被提前激活, 从而减少了 H_2O_2 的毒害, 并防止 H_2O_2 诱发的单线态氧和某些自由基的产生。由于过氧化氢酶是含铁卟啉蛋白的酶, 能催化过氧化氢分解成氧和水, 使膜结构和 DNA 与蛋白质等生物大分子避免了损伤, 这样就增强了种子抗性, 保护了植物。

SOD 是 O_2^- 专一清除酶, 由表 2 可见, I 处理 CAT 活性最大提高 78.32%, SOD 活性最大提高 112.80%; F 处理剂量 CAT 活性最大提高 64.78%, SOD 活性最大提高 100.24%。这使处理组种子清除多余氧自由基能力大大加强。SOD、CAT 具有典型的诱导酶特性, 只有在 O_2^- 浓度上升时才会大量合成, 故这两种酶活性相继提高、协同作用保护了生物膜及其它生命物质不受自由基的侵害。

3 讨论

以上结果表明, 高压静电场对甜瓜种子萌发和幼苗生长

表 2 不同处理对 CAT、SOD 影响

TD	O	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
CAT	7.61	7.59	7.63	8.24	8.97	9.76	12.54	10.79	10.63	13.57	12.02	10.36	9.57	9.25	8.24	7.03	6.91
SOD	4.22	4.38	5.06	6.69	6.82	6.90	8.45	8.70	8.26	8.98	8.29	7.34	5.46	8.07	6.24	5.85	4.23

较对照有明显的促进作用, 不但在种子吸胀时保持了细胞膜的完整性, 促进了膜功能的完善, 并提高了保护酶的活力。因而表明高压静电场可提高甜瓜种子萌发阶段的抗逆性, 为幼苗具有旺盛生命力奠定了物质基础。静电处理后, 可溶性糖、可溶蛋白含量上升加快了种子的新陈代谢。CAT、SOD、POD

这三种都是机体抵抗不良环境的酶, 高压静电场具有活化逆境蛋白基因的作用, 因而增强了这些基因的表达, 使酶活性提高。比较 16 个处理剂量以 F、I 效应最为显著。本文初步证实了高压静电场对甜瓜萌发的生物效应, 也为静电场应用于生产实践提供了试验依据。