

静电生物效应

张振球 主编

中国物理学会静电专业委员会

静 电 生 物 效 应

张 振 球 主 编

万 国 学 术 出 版 社

内 容 提 要

中国物理学会静电专业委员会于1989年11月在桂林召开了全国静电生物效应学术讨论会，来自全国各地的代表报告了近几年来我国在本领域里的科研成果。本书汇编了在本次大会上发表的大部份论文，可供从事静电研究的科技人员以及大专院校师生参考。

静电生物效应

张振球 主编

万国学术出版社出版

广西师大印刷厂印刷

开本：787×1092 1/16 印张 7.25 字数176.3千字

1989年11月第一版 1989年11月第一次印刷

印数：1—200册 定价：14.50元

ISBN 7—80003—095—4/TB·10

前 言

中国物理学会静电专业委员会于1989年11月在桂林召开了全国静电生物效应学术讨论会。来自北京、上海、天津等市和东北、华北、华东、中南及西北等地区的代表汇聚风景秀丽的桂林市,广泛交流了最近几年来我国在静电生物效应学术领域里所取得的成果,是我国静电科技界在静电生物效应研究领域里一次有益的聚会。

在这次会议上,我国广大的静电科技工作者,广泛交流了静电生物效应的研究成果,它是我国静电科技工作者相互交流、取长补短、相互学习的良机,是对我国这方面研究工作的一次全面的检阅。

作为静电学术研究的一个新分支,静电生物效应研究领域正日益受到静电科技工作者的重视,这一方面因其涉猎的领域宽广,也因其直接与国民经济的发展,跟农、林、牧、副、渔诸业息息相关。当今,静电技术的发展,已经开始大量接触高技术和生命技术等领域,作为静电技术,尤其是静电生物效应研究领域,也与这些领域不无关联,它给静电生物效应研究提供了宽广的研究范围和宏伟的发展前景。

本次会议共交流了论文四十多篇,涉及本领域的研究现状与发展,静电对动、植物机体的影响,静电促进动物骨折愈合的作用,静电对促进农作物增产的影响,静电与农业现代化的关联,静电果蔬贮藏保鲜,静电杀菌技术和静电诱导细胞融合等方面的课题内容。本书在本次会议交流论文基础上选编了其大部分而成,它将为我国广大静电科技工作者特别是对静电生物效应领域感兴趣的静电科技工作者提供交流与学习的园地。当然,与国民经济、科学技术发展的步伐相比,在我们这个园地里的花果尚不十分丰硕,但是,随着静电研究的深入发展,相信在这个园地里,将会出现更多更惹人注目的繁花硕果。

由于本书汇编时间短促,缺点与不足之处在所难免,尚望读者批评指正。

编 者

1989年11月于桂林

目 录

国内静电生物效应研究现状与展望·····	阎立	白希尧	于明德	(1)
静电生物效应研究综述·····	郝宪孝	崔保欣		(6)
植物在负高压电场中吸收与生长研究·····	刘滨疆	乔春林	成晋奎	
	色莫代	郑玉桂	陈有君	(11)
静电场对蔬菜种子的生物效应·····	李永树	孟宪财	李晓玲	陈作礼 (14)
静电场对牧草种子——山竹子发芽率及幼苗生长的影响·····				
·····	梁运章	李前忠	梁道明	李萝莲 贾春明 王刚 (19)
高压静电场促进胡萝卜增产·····	郭永胜	徐绍曾	黄素珍	张华 张巽俊 (22)
静电处理提高玉米种子活力的研究·····	阎立	白希尧	马安成	李晓玲 (26)
静电法提高甜菜产质量技术示范试验简报·····	梁运章等			(30)
静电保鲜技术研究·····	徐绍曾	郭永胜	黄素珍	刘巽俊 (33)
高压静电场苹果保鲜试验·····	任向宇	瞿建邦	陈志中	
	任国强	朱宝成	郭淑杰	阎振荣 (37)
延长荔枝保鲜期的实验探讨·····	张振球	梁苏琪	白先孝	韦一能 杨策基 (39)
青椒静电贮藏保鲜试验·····	李秀敏	李永树	张霞	顾维玲 (42)
高压电晕放电对柑桔贮藏的影响·····	张振球	梁苏琪	白先孝	唐典禧 石贵玉 (44)
静电场对保护地黄瓜生长与增产的实验研究·····	阎立	唐小平		(48)
高压静电场对小麦种子过氧化物酶活性的影响·····	马安成	张波		(53)
空气放电对金桔果皮气孔开度的诱导效应·····	赵钦球	邹琦丽		(55)
电晕电场保存韭菜种子的实用性探索·····	王清照	王海		(58)
静电技术与农业现代化·····	贾慧	王清照	孙杰	(61)
静电处理提高种蛋孵化率的试验结果·····	李小玲	李秀敏	赵仰峰	宁岩 (65)
空气负离子对大鼠体重及血液指标的影响·····	李志民	李卫民	张敬华	

	雷义明 翁其亮 李安伯 (67)
紧张状态在大鼠肝线粒体钙泵功能上的表现与空气负离子调节·····	刘勇 李安伯 (69)
有机氟高分子驻极体箔膜的研究·····	张国光 邢大立 王寿泰 (73)
空气负离子对大白鼠血SOD活性及MDA含量影响的长期动态观察·····	
·····	李志民 李安伯 翁其亮 (77)
空气离子研究中的人体神经行为测试方法及其效应·····	张进 李安伯 (80)
两类骨愈膜对骨折愈合的影响·····	张国光 王寿泰 张和康 沈骏惠
	谷加炎 陈中伟 陈隆恩 周泽滇
	马元璋 郑纯波 张崇义 莉 莉 (85)
手印及其静电生物电荷·····	张我力 (89)
静电场对榨蚕蛹某些生理和生化特性的影响·····	刘福全 (91)
电场诱导细胞融合·····	关效圣 凌颖 刘海源 (96)
电磁场对啤酒杀菌技术研究·····	陈天明 李明 刘雪梅 羌汲清 徐宇 (102)
静电高压电源对黑曲霉的诱变效应·····	郭淑洁 (105)
臭氧处理鲜鱼卫生微生物检验菌落总数测定·····	马安城 李新田
	张波 张宏 董丽 (106)
糕点臭氧防霉的可行性研究·····	李秀敏 刘慧刚 (108)

国内静电生物效应研究现状与展望

阎立 白希尧 于明德 (鞍山静电技术研究设计院)

根据全国性学术会议及有关刊物报道,近年来静电场的生物效应研究,已受到普遍重视,今将其现状简介如下:

其研究对象可分为植物、动物两大类。其中,静电场对植物的生物效应研究,国内有许多独到之处,引起了国外学者的重视。而静电场对动物影响的研究,国外起步早,应用范围较广,尤其在人体的医疗与保健方面,与国外相比,还有较大的差距。

一 静电场对植物的生物效应研究

1 静电处理植物种子的生物效应

至少已有六个单位(鞍山静电院、沈阳农大、东北师大、长春师院、内蒙古大学、中科院南京土壤所)进行了此项研究,确认了静电场对种子的生物效应。已将静电处理种子技术推广应用的有鞍山静电院及南京土壤所。进行这方面机理研究的还有浙江大学、内蒙古农牧业机械化研究所等。

考察静电处理种子生物效应的方法,目前大致有五项内容。

(1) 静电处理对种子萌发和幼苗生长的影响

这是所有的研究单位普遍采用的方法,主要调查项目有种子的发芽势、发芽率、出苗率、幼苗的株高、茎粗、叶片数、根长及干重、鲜重等。

(2) 对种子活力 植株生育性状及产量影响

主要调查静电处理对种子活力指数、简化活力指数、植株、果实形态及产量的影响。

(3) 对种子萌发过程的生物化学影响

主要是调查对酶活性的影响,已知静电处理对种子淀粉酶、脱氢酶、酸性磷酸脂酶、过氧化氢酶、过氧化酶等酶的活性有影响。

(4) 对种子萌发过程的生理影响

主要是测种子的吸水强度、电导率、呼吸强度、ATP含量水平及幼苗叶片的叶绿素含量等。

(5) 其他测定

如用x射线衍射法观察静电处理对小麦种子晶体物象的影响;用电泳法考察静电处理对小麦种子蛋白质组分的影响;用电镜观察静电处理对黑麦幼苗根尖有丝分裂中期细胞指数的影响等。

各单位的研究,目前基本上处于验证静电处理对种子有作用,可促进种子萌发与幼苗生长阶段,也发现了用高场强处理种子有抑制作用,但系统的阐述静电场对种子萌发的促进、

抑制、变异、致死作用的规律及其阈值，只有少数单位作了初步探讨。处理种子的电场类别也是不同的，有的单位用平行平板均匀电场处理，有的单位用电晕电场处理。

各单位已研究过的种子大致如下：小麦（内蒙古大学、鞍山静电院）、大麦（内蒙古大学、东北师大）、甜菜（内蒙古大学）、人参（长春师院）、油菜（南京土壤所）、棉花（沈阳农大）、黑麦、蚕豆（东北师大）、玉米、高粱、大豆、水稻、黄瓜、青椒、蕃茄、云豆、甘蓝、花生、马铃薯、葱、韭、红松、山里红、棉槐、刺槐（鞍山静电院）。

此外，鞍山静电院根据把种子存放在适宜的电晕电场中可使种子干物质增加的现象，进行了利用电晕电场延长种子寿命的探索性试验；还进行了打破林木种子休眠期的可行性研究。

2 静电场对植物生长的影响

已知从事这方面研究的有东北师大、鞍山静电院等单位，他们的研究初步证实了静电场可影响植物的生长，都认为适宜场强的正输出电场对植物生长有促进作用。

其考察静电场影响植物生长的内容，大致有以下五类：

（1）静电场对植株形态的影响

主要调查静电场中生长的植株，对其株高、茎粗、叶片数、根长长度等的影响。

（2）对植株营养元素吸收的影响

重点调查电场对植株吸收Mn、Cu、Zn、Fe、Mg等元素的影响，这只有在水培条件下才能进行，东北师大搞了此项试验。

（3）对植株的某些生理生化过程的影响

主要调查了电场对植株（叶片、茎）ATP含量水平的影响，对叶片中叶绿素含量的影响，对植株光合作用光补偿点变化的影响。

（4）对植株生长期的影响

调查内容包括电场对种子出苗期、植株的开花期、座果期、采收期、乳熟期、蜡熟期及整个生长周期的影响。

（5）对产量及果实质量的影响

调查静电场中生长的作物的产量变化及果实形态与营养成分的变化。

经过实验研究，初步确定正输出静电场可促进植物生长，也对适宜于促进植物生长的静电场强度进行了初步探索，得到了一些规律。

目前已进行过试验的作物有：君子兰、大蒜、野大豆（东北师大）、黄瓜、蕃茄、青椒、玉米、高粱、大豆、马铃薯（鞍山静电院）等。

因为此项试验周期长，影响因素多，难度大，投资又较多且有风险，没有坚强的后盾后援难以开展此项试验，故从事此项研究的单位较少。

此外，鞍山静电院还进行了静电场促进食用菌生长的试验，初步结果是静电场可缩短食用菌的生长周期，改善子实体的质量，提高生物学效率，增加产量。

3 静电场对果蔬贮存保鲜的影响

已知进行过这方便试验的单位及品种有

内蒙古大学：河套蜜瓜（香瓜）

广西师范大学：菠萝、香蕉

华中理工大学：柑桔

苏州大学：西瓜、蕃茄、桃

鞍山静电院：青椒、蕃茄、苹果、白梨、香蕉、黄瓜、西瓜、蒜苔。

都是用负输出的直流电场及其产生的负离子与臭氧进行试验，均报道产生了有利于贮存保鲜的作用，其中华中理工大学的贮存柑桔技术已推广应用。

其调查的内容大致分两项：

（1）一般的质量情况调查

主要调查静电场对果蔬的色泽、硬实度、腐烂率、腐烂指数、失水率等的影响。

（2）常规调查

象呼吸强度、Vc含量、总糖量及还原糖含量、有机酸含量等，也是果蔬贮存保鲜试验应调查的项目，就多数试验单位没有进行这方面的调查，只有鞍山静电院与广西师范大学进行了此类检测。

对这类研究感兴趣的单位不少，但具备试验条件的单位不多，只能因陋就简进行试验，试验结果的可靠性就难以保证。如日本“朝日科技”刊登了浅川勇吉的文章，报道将果蔬放在电场5—10分钟后存放，即可抑制水分蒸发，又可抑制霉菌滋生，若能利用此原理进行果蔬贮存保鲜当然好，就这项实验目前尚无人能重复，只能怀疑浅川勇吉的试验条件不标准，试验结果可信度低吧！

此外，利用电场抑制土豆、洋葱、大蒜等易发芽的果蔬发芽，这在贮存保鲜上也有一定意义，应进行可行性研究。

二 静电场对动物的生物效应研究

1 电场对人体的医疗保健作用

这方面的研究国外很盛行，目前在骨折治疗、牙齿矫形、损伤组织的恢复方面几乎离不开电场效应治疗。国内搞这项研究的单位也不少，而且也研制出十几种电场效应理疗仪器，但推广缓慢，尚未被广大医务工作者接受。

目前国内这方面的研究有三个方向

（1）有电源的电场效应治疗仪

其中交流电源的以空军总医院理疗科设计并组织院办工厂生产的几种产品为代表。它是将220伏交流电倍压整流，成负输出400伏直流，供给导电纤维构成的电极，把导电纤维裹于患处，可治疗软组织损伤、骨折，把导电纤维垫到背部脊椎下可治疗神经衰弱。

用电池的以北京信息工程学院研制由北京生保器械厂生产的产品为代表。该电场治疗仪用两节二号电池，大小如同袖珍收录机，输出电压及方式同上，可用于治疗骨折，软组织损伤、关节炎、四肢麻木、肩周炎、颈椎病等。

（2）利用驻极体薄膜治疗

北京理工大学及上海交大对此进行了研究，他们用Tefelen，超细纤维无纺布（PP）、硝化醋酸纤维素制成的微孔薄膜，以2000伏的电场使其注入负电荷，存放两年后表面电位还有600—800伏。利用驻极体薄膜裹于患处，便可治疗骨折及软组织损伤，十分方便安全。已临床应用于治疗急性软组织损伤（扭、挫、擦……），慢性软组织损伤（关节炎、腱鞘炎、

肩周炎、腰腿痛)、妇女乳房肿疼、骨折等,总有效率达90%以上。

(3) 生物反馈疗法

以天津、温州生物反馈研究中心为主,把患者的肌电、皮肤电、脑电或心电等信号,通过生物电反馈仪反馈给患者,让患者通过自我意识来控制,调制这些信息变化,从而达到治疗的目的。这种疗法对于因持续紧张与情绪失控而导致的疾病疗效很好,例,可治疗书写痉挛症、高血压、紧张性头痛、偏头痛、忧郁症、恐惧症、癫痫症等。

2 负离子的医疗保健作用

国内已有20多个单位进行此项研究,西安医科大学李安伯教授已对此作了系统总结,详见《第二届全国辐射与环境生物物理学术会议论文汇编》。此处就不作介绍了。

3 其他

(1) 静电处理柞蚕、桑蚕卵的生物效应

沈阳农业大学进行了静电处理柞蚕及桑蚕卵的试验,发现静电处理有提高孵化率、加强呼吸作用及加速蚕增重等作用。

(2) 静电场对动物的影响

东北师大曾以家兔、大白鼠、蟾蜍为对象,考察了静电场对他们的影响。发现在100—450kV/m的场强下,动物呼吸加快,血压波动,心电和心搏活动加强,大脑皮层活动加强,甚至出现异常脑电波,说明动物已受到静电场的刺激。

以上简单地介绍了国内静电场生物效应的研究现状,虽然在各方面都取得了一定的进展,尚未解决的问题仍很多,尚待拓宽的研究领域仍很广。

静电生物效应试验的难度较大,因试验对象为活体,其个体差异大,受客观环境影响的因素多,成分复杂。往往重复性、可靠性不尽人意。这就要求利用生物统计的方法精心搞好试验设计,认真细致的作好试验,稳步地、耐心地推动此项研究向新的高度发展。

静电处理种子的增产技术,应在做好充分准备的前提下,逐年的,一个品种一个品种的稳步推广应用,切不可操之过急,一下子进行多品种的静电处理种子增产技术推广。

静电场促进植物生长方面的研究,应先在水培或保护地开展此项技术的应用研究,由于进行研究的单位较少,周期可能要长些。

果蔬静电贮存保鲜技术研究,感兴趣的单位挺多,初试也有效果。就需认清其适用范围是有限的。用静电方法贮存在常温下或常规传统方法即可贮存的果蔬,没有明显的经济效益,掌握不好还会事倍功半。故静电贮存保鲜的研究方向应作调整,把试验对象转到后熟期特短的枇杷、龙眼、草莓等及后熟期较短的香蕉、菠萝、桃、杏等方面来。

对强电场诱变育种及电晕电场延长种子寿命等实用价值较大的项目,也应组织力量进行探索性试验及可行性研究。

电场效应在医疗保健方面的研究及应用,目前还集中在几个大城市,多数医务工作者尚不感兴趣、不认识。这就需采取有力措施进行宣传推广,加速其研究应用。

空气负离子的生物效应的研究与应用,已有一定的基础,但在烧伤治疗与产妇恢复健康过程中尚未应用对这些过程非常有效的负离子,故其研究与应用仍有许多待开发的领域。

静电处理可提高蚕卵的孵化率,是否可提高家禽卵的孵化率呢?负离子可提高人的免疫能力,调节人体的平衡,促进机体的新陈代谢,是否可促进饲养的禽畜生长,提高其免疫能

力防止疾病发生呢?对此都应进行探索性试验或可行性研究,不断开拓静电技术在动物界的应用。

静电场生物效应的研究与应用,方兴未艾,有无限广阔的前途。

参 考 文 献

- [1] 白希尧等,自然杂志1984,12:902
- [2] 阎立等,农业现代化研究1987,5:53
- [3] 李安伯,静电1988,4:19
- [4] 刘福全,沈阳农学院学报1974,1:86
- [5] 唐建军,种子1986,6:68
- [6] 白希尧等,辽宁农业科学1987,5:24
- [7] 张丽萍等,东北师大学报1987,2:41
- [8] 阎立等,中国油料1987,4:26
- [9] 阎立等,园艺学报1988,2:115
- [10] 叶家明等,东北师大学报1985,1:61
- [11] 李晓玲等,鞍山园艺1987,1:15
- [12] 叶家明等,现代静电技术,1988,455页
- [13] 阎立等,现代静电技术,1988,481页
- [14] 李晓玲等,现代静电技术,1988,408页
- [15] 王荣毅、王秀文,现代静电技术,1988,446页
- [16] 李梦璉等,现代静电技术,1988年,393页
- [17] 梁运章等,现代静电技术,1988年,396页
- [18] 张振球等,现代静电技术,1988年,460页
- [19] 张振球等,静电,1988,4:27
- [20] 李秀敏等,静电,1987,2:37
- [21] 张国光、王寿泰,现代静电技术,1988,496页
- [22] 孙曹民等,现代静电技术,1988,499页
- [23] 林世德、陈菊秋,现代静电技术,1988,436页
- [24] 李安伯等,现代静电技术,1988,431页
- [25] 邱炳源等,静电1988,2:19
- [26] 刘福全、田莉,静电1988,2:25
- [27] 叶家明,王荣毅,现代静电技术,1988,451页
- [28] 阎立等,静电1988,4:15
- [29] 阎立等,辽宁农业科学1989,2:24

静电生物效应研究综述

郝宪孝 崔保欣 (烟台师范学院)

摘要: 研究静电场对生物体的影响的工作正在迅速展开。本文对静电生物效应研究的现状、已取得的进展和可望获得的长足进步进行分析研究、探研和综述。指出对静电生物效应的普遍规律诸如场向效应、临界效应、时间响应和消退效应等进行深入研究,必将使静电生物效应及其应用进入新的境地。

引 言

自然界是静电的海洋,一切物体都处于静电的作用之下,静电场对生物体的影响越来越受到人们的重视。近几年来,我国的静电和生物工作者在研究静电场对生物体的作用和影响方面做了大量工作,例如:高压静电场对种子的作用,静电场对植物生长的影响,静电场对植物根系及吸收元素的影响,高压静电场、离子雾热带水果贮藏保鲜的研究,静电场对微生物的影响,静电场处理桑蚕卵的生物效应,静电场对细胞染色体畸变的作用,高压电场对机体的影响,等等。其中,有些研究工作尚处于探索阶段,有些研究工作已取得明显进展,有些研究成果已在生产中推广应用,并取得一定的经济效益。本文对静电生物效应的几个重要研究领域,诸如静电场对生物体生理生化过程的影响,静电场对细胞的影响,静电场对遗传物质的影响等的研究现状、已取得的进展和可望获得的长足进步进行分析研究、探讨和综述。

1 静电场对生物体生理生化过程的影响

生物体内普遍存在着荷电物质。这些荷电物质在机体内的分布、排列、转移或运动,具有极其重要的生命意义。静电场对生物体生理生化过程影响的宏观效应及其应用的研究已取得明显进展。研究表明,静电场对参与新陈代谢活动的物质、组织和器官都有作用或影响。

1.1 静电场对酶活性的影响

研究表明^{[1]—[3]},静电场对淀粉酶、过氧化物酶、同工酶、脱氢酶、果胶酶、纤维素酶、蛋白酶等的活性都有影响。不同(强度与方向)的静电场对酶的活性影响不同。图1是静电处理大麦种子淀粉酶活性与施加场强的关系曲线。表1列出了静电处理玉米种子脱氢酶活性随场强变化的实验数根。

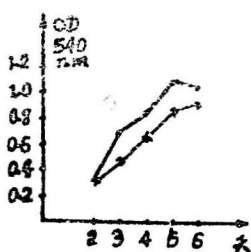


图 1

×—对照组 ·—电处理组

1.2 对同化作用的影响

具有生命力的植物体的新陈代谢活动同化作用占主导地位。植物的同化作用从根吸收水分和矿物质开始，经导管输送到叶片中，在叶绿体内进行光合作用。据报道，施加高压静电场能够影响植物根系对营养元素的吸收^[4]，经静电场处理过的小麦种子成苗后，叶片中叶绿素含量明显提高^[5]。表 2 列出了不同叶龄的小麦幼苗的光密度值。可以明显地看出几个不同的处理(A: $4 \text{ kv/cm} \times 1 \text{ h}$, B: $4 \text{ kv/cm} \times 3 \text{ h}$, C: $5 \text{ kv/cm} \times 0.17 \text{ h}$, D: $5 \text{ kv/cm} \times 1 \text{ h}$)，叶绿素含量都高于对照组。

同时，另有报道，在静电场作用前和作用后取样测定野大豆的叶绿素含量，结果表明，高压静电场的即时作用使野大豆的叶绿素含量下降，到花期(出苗后 70 天左右)，野大豆的叶绿素含量又显著高于对照组，这表明静电场的作用使叶绿素代谢更新加剧^[6]。

表 2

叶龄 处理	7	9	11	13	15
CK	0.362	0.397	0.376	0.298	0.238
A	0.599	0.516	0.500	0.467	0.457
B	0.516	0.489	0.461	0.389	0.340
C	0.501	0.451	0.488	0.467	0.318
D	0.477	0.465	0.497	0.484	0.405

1.3 对异化作用的影响

静电场对异化作用的影响主要表现在对生物体的呼吸强度的影响。研究工作表明^{[7][8]}，正极性电场可以提高生物体的呼吸强度，并且呼吸强度有随场强增强而增大的趋势；负极性电场可以减弱生物体的呼吸强度。图 2 是负极性电场对苹果呼吸强度影响的曲线。静电场对呼吸强度的影响直接关系到生物体内有机物质的分解。热带水果(菠萝和香蕉)置于 300 kv/m — 400 kv/m 的负电场中，每天处理 120 分钟，降低了果实的呼吸强度，抑制了其新陈代谢能力，减慢了果实中淀粉向还原糖等有机物质转化的速度^[9]。表 3 列出了水果中主要有机物质

的变化情况。

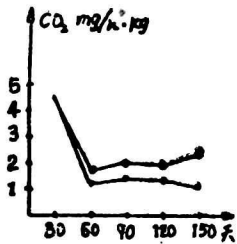


图 2

○—对照组 ●—静电贮存

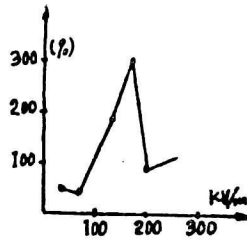


图 3

(T=0.33h)

表 3

种 类	处 理 项 目	淀粉 (%)	总糖 (%)	还原糖 (%)	有机酸 (%)	维生素 C (mg/100鲜重)
菠 萝	对照组	4.00	11.50	7.50	0.68	0.49
	处理组	4.75	10.10	5.35	0.98	33.14
香 蕉	对照组	33.25	63.50	30.25	0.24	58.8
	处理组	43.60	51.50	7.90	0.30	34.3

1.4 增加ATP含量

静电场对生物体生理生化过程的影响还表现在使 ATP 含量增加^[3]。经静电处理过的种子,ATP 与场强的关系见图 3。经静电辐照过的蕃茄,叶、茎中的 ATP 含量均高于对照组^[10],表 4 列出了蕃茄茎的 ATP 含量的有关数据。

表 4

处理条件	发光强度 (格)	lgImax	ATP含量 nmol/0.2ml	与对照组差 值
对 照	10	1	0.85	1
80kv/m × 5 min	12.5	10.9	1.0	1.18
80kv/m × 10min	13	1.11	1.1	1.29
80kv/m × 30min	17.5	1.24	1.2	1.41

2 静 电 场 对 细 胞 的 作 用

静电场对生物体的影响首先表现在对细胞的作用。研究资料表明^[11],静电场能够增长中期细胞指数,缩短细胞有丝分裂周期,提高细胞分裂的速度,进而促进生物体的生长速度。经静电处理后的平菇或凤尾菇,出菇整齐度提高,出菇速度加快,平均单菇重比对照高 38%。

静电场对细胞的作用显示了无比的生机与活力。研究资料表明^[12],静电场融合细胞技

术为细胞融合提供了有效的途径。它可以融合活性高的细胞,有利于由膜融合向核融合发展,有利于杂交细胞的培养,而且这种方法的融合率远高于其他方法。

3 静电场诱导染色体畸变

高压静电场能够诱发和提高植物染色体畸变。研究表明,一定强度的静电场能够引起黑麦和蚕豆的染色体畸变,观察到的染色体畸变类型有断片、染色体桥、落后染色体、多极纺锤体、微核等。染色体畸变率有随场强增加而提高的趋势^[13]。例如,150kV/m的静电场引起黑麦根尖细胞染色体畸变率为0.18%,引起蚕豆根尖细胞染色体畸变率为3.22%;100kV/m的静电场引起的畸变率分别为0.66%,4.28%。

4 讨论和展望

综上所述,静电场对生物体的影响,已在许多方面得到研究和开发。但是目前的研究工作尚处在揭露事实、积累经验、总结规律的阶段,有待探索的问题还很多。在理论上,目前对静电生物效应的机制的认识多在细胞水平上,分子水平的理论尚少见,更需要量子水平的理论做指导;在实验中,静电生物效应的普遍规律诸如场向效应、临界效应、时间响应和消退效应等尚待进一步研究和探讨。

4.1 场向效应

静电场对生物体的影响与场强的方向有关,称之为场向效应。例如,施加正电场可以促进植物根系的生长,施加负电场则能抑制植物根系的生长,不同极性的电场对根系吸收不同元素的影响亦不同;又如:静电场对水稻种子脱氢酶活性的影响,负电场处理优于正电场处理,等等。为什么不同方向的静电场对生物体的作用不同?这可能与生物体内荷电物质的性质和状态有关。进一步揭示场向效应的微观机制,一定会把静电生物效应的研究引向深入。

4.2 临界效应

静电场对生物体的影响,随着场强大小的改变而呈现隐性作用、促进作用、抑制作用以至致死结果,这种现象称为临界效应。从隐性作用过渡到促进作用,存在着一个临界场强(或范围),称为下阈值,记为 E_1 ;从促进作用过渡到抑制作用,存在着另一个临界场强(或范围),称为上阈值,以 E_2 记。场强的下阈值和上阈值与生物体的类别、状态、环境等因素有关。例如,静电增强水稻种子脱氢酶活性,下阈值 $E_1=50\text{kV/m}$,上阈值 $E_2=150\text{kV/m}$ 。又如:静电刺激桑蚕卵增加蚕体重量,下阈值的范围是 $100\text{kV/m} < E_1 < 200\text{kV/m}$ 。探讨影响生物体阈值的因素,测定生物体阈值的大小,有非常重要的现实意义。有人对植物的生物电位进行研究,为寻找场强阈值提供了线索^[14]。

4.3 时间响应

在临界场强范围内,静电场对生物体的影响存在一最佳作用时间,称为时间响应。一般说来,静电场对生物体的多种作用都有随时间增长而增强的趋势,但在许多情况下,并非作用时间越长,效果越明显,而是存在一最佳作用时间。例如,静电辐射作物种子,时间响应一般为0.08—0.17h。研究和掌握生物体对静电作用的时间响应,是推广应用静电生物效应的重要条件。

4.4 消退效应

静电场对动物体和人体有刺激作用,机体对外加电场有耐受和适应能力,这是矛盾的两

个方面。在生命过程的一定阶段上,静电场的作用通过机体内部的调节而产生影响,发生显著的生物效应,随后,影响减弱或者消失,称之为消退效应。例如:400kV/m—600kV/m的静电场对桑蚕卵的孵化率和三龄前的呼吸强度有显著的影响,但对蚕发育后期的各项指标,如呼吸强度、蚕体增重速度等的影响并不十分明显。又如:高压静电场对人体有不良影响,但暴露后期可以适当恢复。揭示机体引起消退效应的奥秘,对于防止高压静电场对作业人员的影响和增强静电场对动植物的作用,无疑都具有积极的意义。

5 结语

静电生物效应是一个十分诱人的研究领域。我们深信,随着研究工作的深入,研究对象的广泛,尤其是不同学科的通力协作和实验手段的不断进步,静电生物效应的理论体系一定会建立,静电生物效应的应用范围一定会扩大,人类一定会应用静电生物效应创造出一个五光十色的世界。

参 考 文 献

- [1] 张丽萍等 高压静电场对大麦种子萌发过程几种酶活性的影响,《东北师大学报自然科学报》,1987.2, P41
- [2] 李晓玲等 静电处理水稻种子对脱氢酶活性的影响,《现代静电技术》,万国学术出版社, P418
- [3] 白希尧等 静电处理种子的生物效应研究,《静电》,1988.1, P10
- [4] 王荣毅等 高压静电场对植物根系及吸收营养元素的影响,同[2], P446
- [5] 李梦璁等 静电处理后的小麦种子的发芽率和幼苗生长的变化,同上, P393
- [6] 叶家明等 高压静电场对野大豆叶绿素含量的影响,《静电学术报告论文集87》, P290
- [7] 刘福全等 静电场处理桑蚕卵的生物效应初探,同[2], P403
- [8] 李秀敏等 静电场对苹果呼吸强度、维生素C及含糖量的影响,《静电》1988.2, P38
- [9] 张振球等 高压静电场离子雾热带水果贮藏保鲜的初步研究,同[2], P460
- [10] 马安成等 静电场对蕃茄植株ATP含量水平的影响,《静电》,1988.4, P29
- [11] 李晓玲等 静电场促进食用菌生产试验初报,同[2], P408
- [12] 黎先栋等 高压静电场对微生物和作物的影响及其在农业中的应用,《生物化学及生物物理进展》,1986.3, P36
- [13] 叶家明等 高压静电场对黑麦和蚕豆根尖细胞染色体畸变的作用,《东北师大学报自然科学版》,1985.1, P61
- [14] 徐绍曾等 植物的生物电位与静电场,同[2], P510

植物在负高压电场中吸收与生长的研究*

刘滨疆 乔春林 成晋奎 (内蒙古农牧业机械化研究所)

色莫代 郑玉桂 陈有君 (内蒙古农牧学院)

摘要: 负高压电场中的大麦根细而长, 颜色深黄, 胚轴锈黄多腐烂, 苗期死亡率高。负高压电场中的大麦对 PO_4^{3-} 负离子的吸收要比大气环境中的大麦吸入量小。负电场的消失可导致大量负离子的吸入, 对大田施加间断负电场的作用效果同缓变正电场, 雷雨天大气电场的剧烈变化的作用效果相当。

一 实验原理

植物从土壤中吸收养分是通过大气电场, 土壤电位的变化所造成的植株顶部与根部, 根部与土壤之间的瞬间电位差来驱动离子的输入与输出, 正离子向低电位处运动, 负离子向高电位处运动, 正负两种离子的移动结果将导致这个电位差的消失, 新的等位面的建立。环境条件中的温度、湿度、风云状态等的变化以及植株体内光合作用的进行都是导致植株等位面变化的因素, 植株为平衡大气电场不得不重新建立等位面, 因而就形成了不同极性的离子的定向移动。大气电场在一般的气象条件下皆为正电场。雷雨天场强方向的激烈变化以及场强变化的导数大小是形成植物体内高效率的生物电流和快速生长的根本原因, 如人为地对大田施加长时间的负电场, 将抑制植物吸收其正常生理所需要的N、P营养素。根据以上原理, 设计了实验。

二 实验材料及方法

材料为内蒙农科院所育负8品系, 实验是在由TP801单板机控温、控光的培养箱中进行。负电场每日变化2个波, 最高电压为负2.5万伏, 最低零伏, 持续25天, 播种后第13天开始每隔4日采样20株与对照进行生长度, 鲜重, 根重的测定以及根态的观测。大麦吸收营养素的研究是采用含有放射性 P^{32} 的 KH_2PO_4 同其他化学药品配制的营养液, 并将其150毫升盛装在250ml的烧杯中, 实验时, 将大田种植的大麦苗小心地去掉土, 以每杯15苗定植在烧杯中, 并保持根系处于黑暗环境之中。恒定负压持续48小时, 对照组与加电组之间隔绝电的影响, 4次重复, 1次断电处理, 射线数采用闪烁计数器计测。

三 实验结果及分析

生长度、苗鲜重、根鲜重的测定是从1989年3月15日开始取样测定, 共进行了4次测定, 以后因加负电场的苗已死了不少, 不能正常取样。以上三项指标测定结果分别由图1及图2表示, 其中曲线1为对照苗鲜重日增加线, 曲线2为加负电场苗鲜重日增加线, 曲线3为对照根系鲜重日增加线, 曲线4为加负电场根系鲜重日增加线, 曲线5为加负电日增长曲

*内蒙古自然科学基金资助项目