

## 高压生物静电场对雏鸡增重的影响

刘一鸣<sup>1</sup> 郑世民<sup>2</sup> 高雪丽<sup>2</sup> 刘超男<sup>2</sup> 李丽敏<sup>3</sup> 姚金石<sup>4</sup> 张俐<sup>1\*</sup>

(1. 东北农业大学 电气与信息学院, 哈尔滨 150030; 2. 东北农业大学 动物医学院, 哈尔滨 150030;  
3. 佳木斯大学 信息电子技术学院, 黑龙江 佳木斯 154007; 4. 绥化市政府, 黑龙江 绥化 152000)

**摘要** 为研究高压生物静电场对肉蛋两用雏鸡生长发育状况的影响, 采用不同强度的高压静电场和不同作用时间处理雏鸡, 结果表明: 施加的电场场强相对低时(+21.4 kV/m), 无论作用时间长短, 均未见统计学差异( $P > 0.05$ ); 28日龄时, 电场场强+35.7 kV/m作用30 min/(次·日)较作用15 min/(次·日)的雏鸡体重增加显著( $P < 0.01$ ); 电场场强±28.6 kV/m, 作用30 min/(次·日), 负电场高于正电场的作用效果, 平均体重增长率分别为59.59%和23.46%; 而电场场强增到±71.4 kV/m, 作用效果明显降低。结果显示, 适宜的电场强度和作用时间有促进雏鸡体重增加的作用, 在一定范围内的不同场强和不同作用时间对雏鸡体重增加的影响有所差异。

**关键词** 雏鸡; 增重; 高压生物静电场

中图分类号 S 125; S 831.4<sup>+</sup>9 文章编号 1007-4333(2013)04-0124-05 文献标志码 A

## Effects of the high voltage biological electrostatic field on the weight increases of the chicks

LIU Yi-ming<sup>1</sup>, ZHENG Shi-min<sup>2</sup>, GAO Xue-li<sup>2</sup>, LIU Chao-nan<sup>2</sup>,  
LI Li-min<sup>3</sup>, YAO Jin-shi<sup>4</sup>, ZHANG Li<sup>1\*</sup>

(1. College of Electrical and Information, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China;

2. Animal Medical College, Northeast Agriculture University, Harbin 150030, China;

3. College of Information Science & Electric Technology, Jiamusi University, Jiamusi 154007, China;

4. Suihua Municipal Government, Suihua 152000, China)

**Abstract** To study the effect of the high voltage biological electrostatic field on the growth of the chicks, different electrical field strengths and working times are applied to chicks. The results show that when the applied electric field strength is low(+21.4 kV/m), there is no statistical difference( $P > 0.05$ ). In the 28th day, under the electrical field of +35.7 kV/m, the chicks' weight increases are more significant when the applying time is 30 min/(T·d) compared with 15 min/(T·d) ( $P < 0.01$ ). Under the electrical field of ±28.6 kV/m and the applying time of 30 min/(T·d), the chicks weight increases achieved by the negative field are higher than those by the positive field and the average increase rates of the negative and positive field are 59.59% and 23.46% respectively. When the electrical field strengths increase to ±71.4 kV/m, the effect is decreased. The results show that the proper field strengths and working times can promote the chicks' weight increases and different chicks' weight increases are achieved by different electrostatic field strengths and working times within a certain range.

**Key words** chicks; weight increase; high voltage biological electric field

高压静电场具有节能、环保和经济等优点, 应用 境污染甚微, 设备简单、操作方便、安全可调和成本  
高压静电场处理过程产生的电流和能耗非常低, 环 低廉, 已被广泛应用于喷雾、除尘、干燥和农业等方

收稿日期: 2013-01-12

基金项目: 黑龙江教育厅项目(2008BAD4B00); 国家自然科学基金青年基金资助项目(30901062)

第一作者: 刘一鸣, 硕士研究生, E-mail:1806342404@qq.com

通讯作者: 张俐, 教授, 博士, 主要从事电气技术在农业工程中的应用研究, E-mail:zzlq0724@126.com

面,并取得了一定的成果。高压静电场的生物学效应也已被大量的研究结果证明<sup>[1]</sup>,特别是在植物方面的研究已取得相当多的成果<sup>[2-6]</sup>,如静电促进植物种子活力、促进植物的生长发育、农产品保鲜储存等等,然而高压静电场对动物生长发育的影响及机制的研究报道较少。为探讨高压静电场对动物生长发育的影响及机制,本试验用高压生物静电场作用于雏鸡,从场强大小和作用时间等方面对其影响进行了综合研究,揭示了场强强弱、作用方向和时间长短对家禽生长发育的影响,旨在为高压生物静电场对畜禽无公害生产及其设备的研究开发利用提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料及饲养条件

1日龄健康肉蛋两用商品混合雏鸡400只,购自东北农业大学孵化场。试验在东北农业大学动物医学院动物饲养舍进行。采取相同饲料、环境、饲养方式、自然采光和不进行任何免疫程序的自然饲养。

### 1.2 试验设备

1)自制高压生物静电作用试验装置,主要由盛放雏鸡装置和高压生物静电设备构成,如图1所示。盛放雏鸡装置,采用塑料网状箱体,高压生物静电设

备的电极极板为铁丝网膜,上为正极,下为负极,作用电源为0~80 kV的可调高压电源。主要为雏鸡营造不同场强的高压静电场环境。

2)电子天平为梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司的PL4002电子天平,最大称量4 100 g,实际分度量0.01 g,标定分度量0.1g。

### 1.3 试验方法

400只混合雏鸡随机分为15组,选其中4组不加任何电场,饲养方法与试验组相同设为对照组,其他均为试验组。试验组又分为:1)作用15 min/(次·日),电场施加的场强为±35.7 kV/m;2)作用30 min/(次·日),施加的场强为+21.4、±28.6、+35.7和±71.4 kV/m;3)作用60 min/(次·日),施加的场强为+21.4、+28.6和+71.4 kV/m。

各试验组从1日龄开始,将雏鸡每天置于设计的电场剂量下,按设计的作用时间进行试验,连续作用28 d。各组试验雏鸡,每隔7 d抽取5只测取体重,并计算2次称重差值及各组体重变化的平均值。

### 1.4 数据处理

用SPSS软件中单因素方差分析的最小显著性差异法(LSD)进行数据处理,即用T检验完成组间成对均值的比较,分析组间差异<sup>[7-8]</sup>。

## 2 结 果

### 2.1 电场(+21.4 kV/m)场强与作用时间对雏鸡体重的影响

雏鸡经+21.4 kV/m,30 min/(次·日)和+21.4 kV/m,60 min/(次·日)电场剂量作用后,结果显示,试验组与对照组雏鸡,其平均增重虽然均高于对照组,分别为17.74%和35.03%,但未见统计学差异( $P>0.05$ )(表1)。

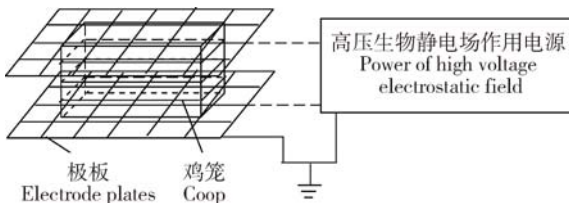


图1 高压生物静电作用试验装置

Fig.1 Schematic diagram of experimental device of the high voltage electrostatic effect

表1 高压(+21.4 kV/m)生物静电场不同作用时间处理雏鸡体重变化

Table 1 Effects of different applying times on the weight increases of chicks at +21.4 kV/m g

组别 Group	雏鸡生长日龄/d Age of chicks' daily growth			平均增重 Average weight	平均增长率/% Average growth
	7	14	28		
对照 Control	8.870±1.556	18.562±1.373	32.920±6.445	20.117±1.506	
30 min/(次·日)	11.230±3.212	17.228±3.008	42.596±2.532	23.685±0.578	17.74
60 min/(次·日)	14.558±0.751	23.062±1.214	43.868±3.699	27.163±1.276	35.03

## 2.2 电场(±28.6 kV/m)场强与作用时间对雏鸡体重的影响

雏鸡经±28.6 kV/m, 30 min/(次·日)和+28.6 kV/m, 60 min/(次·日)电场剂量作用后, 3个试验组雏鸡体重均比对照组有所增加, 其平均

增长率分别为23.46%、31.97%和59.59%。其中: -28.6 kV/m, 30 min/(次·日)试验组与对照组相比, 具有显著性差异( $P < 0.05$ )。试验表明: 相同电场剂量, 作用时间长, 其雏鸡体重增加明显(表2)。

表2 高压(±28.6 kV/m)生物静电场不同作用时间处理雏鸡后体重变化

Table 2 Effects of different applying times on the weight increases of chicks at ±28.6 kV/m g

组别 Group	雏鸡生长日龄/d Age of chicks' daily growth			平均增重 Average weight	平均增长率/% Average growth
	7	14	28		
对照 Control	1.760±2.560	8.317±1.236	30.610±0.447	13.562±0.377	
28.6 kV/m, 30 min/(次·日)	5.927±0.984	11.580±1.581	32.727±1.157	16.744±0.946	23.46
28.6 kV/m, 60 min/(次·日)	5.183±2.034	12.163±0.840	36.347±0.453	17.898±0.941	31.97
-28.6 kV/m, 30 min/(次·日)	12.030±3.451 a	13.540±1.929 a	39.360±3.445 a	21.643±2.879	59.59

注: 与对照组相比, a为差异显著,  $P < 0.05$ ; b为差异极显著,  $P < 0.01$ ; 无标记为差异不显著,  $P > 0.05$ 。下同。

Note: a, indicates the significant difference compared with control group,  $P < 0.05$ ; b, indicates extremely significance compared with control group,  $P < 0.01$ ; No mark indicates no significant difference,  $P > 0.05$ . The followings are the same.

## 2.3 电场(±35.7 kV/m)场强与作用时间对雏鸡体重的影响

雏鸡经±35.7 kV/m, 15 min/(次·日)和+35.7 kV/m, 30 min/(次·日)电场剂量作用后, 14日龄时, +35.7 kV/m, 15 min/(次·日)组雏鸡, 体重增加显著高于对照雏鸡( $P < 0.05$ ), +35.7 kV/m, 30 min/(次·日)和-35.7 kV/m, 15 min/(次·日)体重增加则极其显著高于对照雏鸡( $P <$

0.01), 28日龄时, 负电场照射雏鸡显著高于对照雏鸡( $P < 0.05$ ), 而+35.7 kV/m, 30 min/(次·日)组, 体重增加极显著高于对照雏鸡和其他试验组( $P < 0.01$ )。表明相同电场剂量, 作用时间长效果更好。3个试验组均有促进雏鸡体重增加的作用, 与对照雏鸡相比平均增长率分别为10.81%、43.49%和23.49%(表3)。

表3 高压(±35.7 kV/m)生物静电场不同作用时间处理雏鸡后体重变化

Table 3 Effects of different applying times on the weight increases of chicks at ±35.7 kV/m g

组别 Group	雏鸡生长日龄/d Age of chicks' daily growth			平均增重 Average weight	平均增长率/% Average growth
	7	14	28		
对照 Control	5.127±2.161	10.810±2.056	28.357±0.891	14.765±1.703	
35.7 kV/m, 15 min/(次·日)	0.583±0.758	19.030±1.928 a	29.470±1.927 c	16.361±1.010	10.81
35.7 kV/m, 30 min/(次·日)	2.947±2.208	22.677±2.269 b	37.930±1.336 b	21.186±1.830	43.49
-35.7 kV/m, 15 min/(次·日)	1.767±0.752	20.313±1.214 b	32.623±0.670 ac	18.234±0.186	23.49

注: c表示在±35.7 kV/m场强下, 与35.7 kV/m, 30 min/(次·日)组相比差异极显著( $P < 0.01$ )。

Note: c indicates extremely significance compared with group 35.7 kV/m, 30 min/(T·d) under field of ±35.7 kV/m ( $P < 0.01$ ).

## 2.4 电场(±71.4 kV/m)场强作用对雏鸡体重的影响

雏鸡经±71.4 kV/m, 30 min/(次·日)和+71.4 kV/m, 60 min/(次·日)电场剂量作用后, 在14日龄前各试验组无显著差异( $P > 0.05$ ), 28日龄

时, +71.4 kV/m, 60 min/(次·日)试验组有显著性差异( $P < 0.05$ ), 试验组均比对照组体重有所增加, +71.4 kV/m, 60 min/(次·日)组的平均增长率为15.38%; -71.4 kV/m, 30 min/(次·日)组最低, 为0.05%, 几乎没有促进作用(表4)。

表4 高压(±71.4 kV/m)生物静电场不同作用时间处理雏鸡后体重变化

Table 4 Effects of different applying times on the weight increases of chicks at ±71.4 kV/m

组别 Group	雏鸡生长日龄/d Age of chicks' daily growth			平均增重 Average weight	平均增长率/% Average growth
	7	14	28		
对照 Control	2.290±0.779	11.843±1.540	31.973±0.273	15.369±0.864	
71.4 kV/m, 30 min/(次·日)	2.778±0.526	13.286±1.309	34.406±2.011	16.823±0.706	9.46
71.4 kV/m, 60 min/(次·日)	2.402±1.200	13.054±1.319	37.744±1.799 a	17.733±1.095	15.38
-71.4 kV/m, 30 min/(次·日)	3.367±1.744	11.483±2.243	31.280±4.691	15.377±2.893	0.05

### 3 分 析

已有研究表明<sup>[9-12]</sup>, 组成生物体的每个细胞膜内外都分布着正电荷或负电荷的离子, 细胞膜外带正电荷, 膜内带负电荷。当这些离子流动时就会产生电流, 并造成细胞内外电位差。地球本身是一个大的电磁场, 其上空的电离层对地面具有 360 kV 的正电位, 地面附近的场强为 130 V/m。地球上的生物在进化过程中, 已适应了这一电场环境。如果在有外加电场的作用下, 必然对生物体细胞内外的电荷分布、排列、运动产生影响<sup>[13]</sup>, 从而引起生物体内的自由基、各种酶活性、膜渗透、代谢等生理活动的变化<sup>[14-15]</sup>。外在的表现就是体重、酶活性、抗病力<sup>[16]</sup>等一系列生理性能的变化。通过试验研究发现: 1) 相同正电场场强作用下, 处理时间 60 min/(次·日)比 30 min/(次·日)平均增长率高, 促进雏鸡增长的效果要好, 说明动物机体的过氧化氢酶等酶类活性<sup>[17-18]</sup>, 在一定剂量电场的作用下将被激活, 但激活需要一定的时间, 才能达到一个新的活力稳定状态。2) 在±28.6 kV/m 场强作用下, 雏鸡增长效果显示负电场较正电场与对照组相比作用效果明显( $P < 0.05$ )。正负电场处理后与其对照组相比平均增长率分别为 23.46% 和 59.59%, 高出 36 个百分点。3) 正电场作用效果显示, 相同作用时间(30 min/(次·日)), 场强 +21.4 kV/m, +28.6 kV/m, +35.7 kV/m 的作用效果呈上升趋势, 仅场强 +71.4 kV/m 的作用效果较差; 在±35.7 kV/m 场强作用下, 雏鸡增长效果在相同作用时间里, 负电场较正电场作用效果显著, 但各组都延迟到 14 日龄时才显示出这种显著的效果, 因此使得相同作用时间下, 场强 +35.7 kV/m (平均增长率 43.49%) 较 -28.6 kV/m (平均增长率 59.59%) 的作用效果下降。说明生物存在着电场“阈值效应”<sup>[19-20]</sup>, 同时反

映出生物在不同方向上的电场作用下, 剂量适宜都有激发生物体细胞和活性酶的作用, 体现了生物对电场剂量作用的不定性和多方向性。4) 当把电场作用剂量提高到±71.4 kV/m 时, 7~14 日龄各组无显著差异, 只有 28 日龄的 +71.4 kV/m, 60 min/(次·日)组与对照组比较具有显著性差异。各试验组均比对照组体重有所增加, 作用 60 min/(次·日)的雏鸡增重平均增长率为 15.38%, 负电场作用 30 min/(次·日)的最低为 0.05%。说明较高的电场强度, 短时间作用的显著性呈现降低趋势, 增加一定的作用时间, 作用效果将有所提高。分析试验数据可以看出, 鸡雏的体重在外加适宜的电场剂量作用下要强于在自然电场下的作用。从动物生理角度分析, 在外部电场的作用下, 动物机体的各项功能被激发, 可能使机体新陈代谢功能得到提高, 体内各种酶的活力增强, 膜的通透性被改变<sup>[21]</sup>, 对促进生物机体功能和细胞生理功能有积极的作用。

### 4 结 论

无论正负高压生物静电场, 适宜的电场剂量和作用时间都可以激发雏鸡生理机能, 对雏鸡生长有促进作用。试验显示场强 -28.6 kV/m, 作用 30 min/(次·日)时, 雏鸡体重增加最为显著( $P < 0.01$ ), 与其对照组相比平均增长率高达 59.59%。高压生物静电场对雏鸡增长促进效应与其场强和作用时间并不一定成正比, 如果希望获得高压生物静电场促进作用, 就要探讨适宜的电场作用剂量和作用时间。

### 参 考 文 献

- [1] 白亚乡, 胡玉才. 高压静电场对农作物种子生物学效应原发机理的探讨[J]. 农业工程学报, 2003, 19(2): 49-51
- [2] 吴旭红, 孙为民, 张红燕, 等. 高压静电场对南瓜种子萌发及幼

- 苗生长的生物学效应[J]. 种子, 2004, 23(2): 27-30
- [3] 王清元, 卢贵忠, 赵玉清. 高压静电场对水稻种子萌发的试验研究[J]. 云南农业大学学报, 2005, 20(1): 148-150
- [4] 邓红梅, 韩寒冰, 熊建平. 高压静电场对黄瓜种子萌发期生理指标的影响[J]. 武汉植物学研究, 2006, 24(1): 87-89
- [5] 孙贵宝, 李攀高. 高压静电场处理黄冠梨的贮藏保鲜试验[J]. 农机化研究, 2009(8): 166-220
- [6] 罗莹, 张志军, 房骏. 高压静电场在设施农业中的应用[J]. 天津农业科学, 2010, 16(1): 91-93
- [7] 张文彤, 阎洁. SPSS 统计分析基础教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004: 257-270
- [8] 高忠江, 施树良, 李钰. SPSS 方差分析在生物统计的应用[J]. 现代生物医学进展, 2008, 11(8): 2116-2120
- [9] 黎先栋, 王淑惠. 高压静电场对微生物和作物的影响及其在农业中的应用[J]. 生物化学与生物物理进展, 1986(3): 36-39
- [10] Davies E. Action potentials multifunctional signals in plants: A unifying hypothesis to explain apparently disparate phenomena [J]. Plant, Cell and Environment, 1987(10): 623-631
- [11] 张俐, 申勋业, 杨方. 高压静电场对生物效应影响的研究进展[J]. 东北农业大学学报, 2000, 31(3): 307-312
- [12] 高云飞, 郑世民. 高压静电场生物效应的产生机制[J]. 畜牧兽医科技信息, 2004(10): 17-18
- [13] 温尚斌, 马福荣, 许守民, 等. 高压静电场促进植物吸收离子机理的初步探讨[J]. 生物化学与生物物理进展, 1995(4): 377-379
- [14] Loey A Van, Verachtert B, Hendrickx M. Effects of high electric field pulses on enzymes[J]. Trends in Food Science & Technology, 2002, 12: 94-102
- [15] Dietrich Knorr. Impact of non-thermal processing on plantsmetabolites[J]. Journal of Food Engineering, 2003, 56: 131-134
- [16] Harrison S L, Barbosa-Canova G V, Swanson B G. Saccharomyces cerevisiae structural changes induced by pulsed electric field treatment [J]. LWT-Food Science and Technology, 1997, 30(3): 236-240
- [17] 张先光, 张济龙, 牟波佳. 高压静电场对过氧化氢酶的稳定作用及机理研究[J]. 激光生物学报, 2001, 10(1): 47
- [18] 张凤秀, 张先光. 脂肪醇聚氧乙烯醚对高压静电场与酶作用影响的研究[J]. 西南农业大学学报, 2002, 24(4): 331-333
- [19] 曹学成, 李永庚, 原所佳, 等. 高压静电场(HVEF)处理黄瓜种子生理生化效应分析[J]. 种子, 2006, 25(8): 53
- [20] Polyakova L A. Chronic effect of alternating electric field on the genetic and morphometric indexes of white mice in generation row[J]. Elektronnaya Obrabotka Materialov, 1994, 5(10): 59-61
- [21] 张志鸿. 膜生物物理[M]. 北京: 高等教育出版社, 1987: 33-46

责任编辑: 苏燕