

用生物电鉴别受精蛋的检测装置的研究^①

沈林生 陈 宁 王光亮

(江苏理工大学)

提 要 对鸡蛋生物电与其受精关系的研究表明孵化48 h后的大部分受精蛋其直流电位的波形呈方波。根据此特性,研制了一种能用生物电无损鉴别受精蛋的检测装置。

关键词 受精鸡蛋 生物电 检测装置

Study on Test Facility for Evaluating Fertilized Eggs by Bioelectricity

Shen Lin-sheng Chen Ning Wang Guang-liang

(Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang)

Abstract This paper studied on relationship between the bioelectricity of chick egg and its fertilized condition. The result shows that the DC potential waveform of the most fertilized eggs after 48 hours hatching are square wave. A non-destructive test facility for evaluating fertilized eggs by bioelectricity was developed on the phenomenon.

Key words Fertilized egg Bioelectricity Test facility

1 引 言

目前国内种蛋孵化场都是用传统的人工光照法剔除无精蛋和死精蛋,在孵化的第5天进行头照,剔出无精蛋。新鲜蛋孵化72 h后,品质降为乙级以下,不宜加工成蛋制品,浪费大量食用蛋,消耗无用的能量,而且孵不出雏鸡的蛋中的细菌又污染正常的孵化蛋。据80年代中后期统计资料^[1],1988年美国约孵化59.7亿只蛋,未能孵出雏鸡的蛋约占总孵化蛋的8%~9%,而每只蛋孵蛋需花费3美分,因此造成的经济损失相当可观。我国江苏省1988年入孵蛋约3亿只,而平均孵化率为80%左右,仅江苏一省损失达几百万元。人们利用光透射率、热象图、红外辐射以及计算机图象处理技术识别种蛋受精情况。生物电现象是生命组织普遍存在的一种生理现象,凡有生命的细胞都会产生生物电流。鸡蛋的生物电现象是这一生命单元在不同时期生命活动的表现^[2]。江苏理工大学自1987年以来用高新技术对鸡蛋生物电特性进行了一系列研究,探索种蛋的生物电与其受精与否、鸡胚雌雄性别以及蛋品新鲜度之间的相关性^[2]。本文论述用种蛋的生物电鉴别受精蛋的方法及其检测装置,为剔除无精蛋和弱精

^① 收稿日期:1996-06-24

^② 沈林生,教授,江苏省镇江市 江苏理工大学农机学院,212013

蛋提供新的思路和技术。

2 鸡蛋生物电测试系统

鸡蛋的各种内容物(胚胎、卵黄、卵白)之间的电位差产生一个电场,其电场的变化可在蛋壳外测得,但鸡蛋的生物电信号很微弱,为了将其精确地检测并记录下来,需要有一套高性能的测试系统:因蛋壳的阻抗可达100 MΩ 以上,为保证蛋壳外测得的电信号不失真,放大器的输入阻抗要高;有较大的信噪比;能实时记录信号。鸡蛋生物电位测量方法及等效电路图如图1所示。通过两个电极测得的上述电位的矢量和,即为鸡蛋的生物电位。

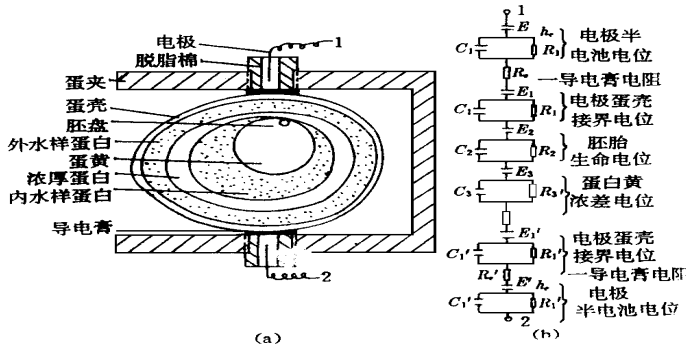


图1 鸡蛋生物电测量方法及等效电路图

鸡蛋生物电位测量方法及等效电路图如图1所示。通过两个电极测得的上述电位的矢量和,即为鸡蛋的生物电位。

鸡蛋生物电测试系统框图如图2所示。它包括电极、鸡蛋夹紧装置、放大器、A/D 采集器、计算机和监控示波器等。电极从蛋壳外采集的电信号送入放大器后,经三通,一路接示波器,一路接 A/D 采集器。采样后数据送入 PC 机,供处理分析用。

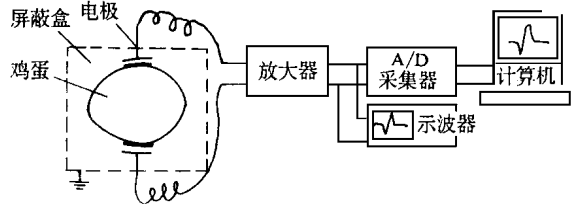


图2 鸡蛋生物电测试系统图

本系统用8098单片机构成了采样电路,为确保采集到生物电信号,在 A/D 口前端串入反相电路。通过 RS-232C 芯片将采样装置与 PC 机通讯,后者直接读取其自身232口地址寄存器内的数据。软件每次读取数据的时间为15 s。

3 鸡蛋生物电信号的测试及分析

种蛋用标准实验室用孵化器孵化,温度为37.8℃,湿度为50%,在室温下进行测试。检测时,先将电极的海绵套浸入生理盐水,将鸡蛋小头朝下插入夹紧装置,1 min 后,待示波器上显示生命电信号,就启动 A/D 采集器,记录数据。每次测定时间为2 min,每天1次,持续10天,然后打开蛋壳,检查胚胎,并拍摄照片。

受精蛋与无精蛋的生物电信号的波形有较大的差异。通过100只样本(60只种蛋和40只无精蛋)连续10天的跟踪观测,发现无精蛋的电信号的波幅很小,其频域信号大多近乎直线;受精蛋的生物电信号较为丰富,其频域信号波形如图3所示。大部分受精蛋孵化48 h 后,直流电位发生特征性变化,其波形呈现方波。

在样本蛋中, 未测得No. 21和33蛋的电信号; No. 3和27蛋在孵化96 h 后信号消失; No. 19和53蛋在孵化144 h 后信号消失。孵化到第10天, 检查胚胎, 可以看出, No. 21和33为无精蛋; No. 3和27为弱精蛋; No. 19和53为死胚蛋。孵化10天的无精蛋的卵黄还完好, 内容物缓慢地变质; 弱精和死胚蛋的卵黄都已混浊, 变质较快; 发育正常的受精蛋卵黄也是完整的, 并有丰富的血网膜和胚胎点。这几类蛋的生物电特征反映了与其相应的内容物状态。因此, 根据鸡蛋生物电信号的特征就可判断鸡蛋是否受精, 剔出无精蛋、弱精蛋和死胚蛋。

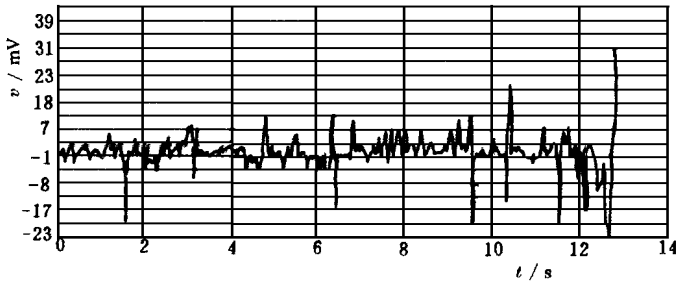


图3 受精蛋的频域信号例

4 受精蛋检测装置的研究

4.1 装置的逻辑设计

用8098 单片机控制一组由继电器组成的多路开关, 对检测传感器逐一扫描。为了保证能够完整地采集到受精蛋的脉冲信号, 每一继电器接通30 s。选用8255可编程芯片作为继电器和发光二极管的控制芯片, 其原理图如图4所示。在采样延期内, 将鸡蛋电信号的最大与最小值之差的幅值与阈值信号进行比较, 由单片机把判别的结果传递给发光二极管。一旦发送高电平的片脚使二极管导通发光, 即显示鸡蛋受精; 反之, 不亮的管对应为无精蛋或弱精蛋。

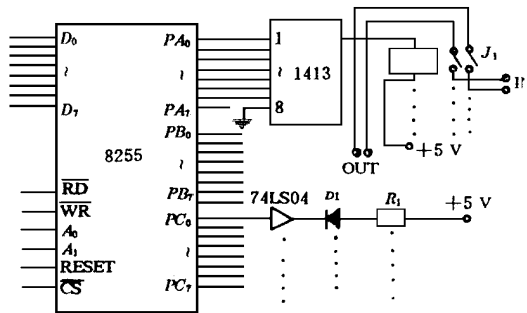


图4 多路开关和显示接口电路

4.2 软件设计

8255的功能组状态由系统软件通过编程确定的, 当CS(片选)处于低电平时, 允许8255与CPU 进行通讯; WR(写)处于低电平时, 允许CPU 把数据或控制字写入8255。后者包含三个8位的 I/O 口(A、B、C), 所有的口都能由系统软件组成各种功能部件。但方式1时, A、B、C 口为带选通的输入/输出方式。使用方式1, 使8255控制继电器和发光二极管完成对被测鸡蛋的逐一扫描, 并把信号在窗口显示出来。

4.3 信号判别

本装置是根据鸡蛋电信号的幅值大小来判别其受精与否的。从镇江市黄山种鸡场实测的三胚龄孵化蛋的电信号图谱中可得该类鸡蛋的电信号幅值, 它的变化范围较大。因实测的无精蛋的电信号幅值大部分在300 μV 以下, 所以本装置的阈值选用310 μV。凡大于阈值的, 判为受精蛋。

4.4 受精蛋检测装置实测考核

该装置在镇江市黄山种鸡场对120只三胚龄孵化蛋进行了实测考核,并与第五和第十天人工光照的结果进行了跟踪对比(表1)。预测有24只蛋为无精蛋,孵化第五天光照时剔出了13只无精蛋,其中除No. 8和83蛋外(原判为受精蛋),都与预测的一致;第十天光照时,又剔出了7只,其中5只为预测的无精蛋,将其余2只破壳检查,发现因鸡蛋的含水量偏高使受精的胚胎在孵化过程中溺死,属于死胚蛋。若不计死胚蛋,则实为受精蛋误判为无精蛋的是8只;实为无精蛋误判为受精蛋的是2只。因此,用受精蛋检测装置判别三胚龄孵化蛋的准确率为 $(1 - 10/120) \times 100\% = 91.7\%$,略高于文献[1]报导的用计算机图象处理技术识别三胚龄蛋的准确率。若研究更为合适的数据自适应处理方法,来确定阈值,可望进一步提高装置的准确率。

表1 预测的无精蛋的跟踪结果

三天预测为 无精蛋序号	3	9	15	20	27	29	38	39	44	47	52	55	56	64	71	73	75	87	94	96	102	108	113	118
五天光照为 无精蛋序号	9				27			39		47	52		56		71		75		94					113
十天光照为 无精蛋序号							38							64				87		96	102			

5 结 论

鸡蛋的生物电现象是其不同发育时期生命活动的表现,用生物电鉴别种蛋受精与否,为无损检测受精蛋提供了新的技术思路。本研究研制成反映鸡蛋电位变化的无损测试系统,解决了鸡蛋等微弱生物电信号的测试手段;研究表明,大部分受精蛋孵化48 h后其直流电位的波形呈现方波,而无精蛋近似于直线;通过在种鸡场对受精蛋检测装置的实测考核,其判别三胚龄孵化受精蛋的准确率为91.7%,表明该方法是可行的,实验结果是令人满意的。

参 考 文 献

- 1 K Das, M D Evans Detecting fertility of hatching eggs using machine vision I, histogram characterization method Trans of the A S A E, 1992, 35(4): 1335~ 1341
- 2 董建平, 沈林生等 鸡蛋胚胎电图测试系统的研究 江苏工学院学报, 1990, 11(1): 33~ 37