

## EXCEL在农药毒力测定中的应用

刘霞<sup>1</sup>, 路永贵<sup>2</sup>, 闫当萍<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>延安大学生命科学学院, 陕西延安 716000; <sup>2</sup>延安市植保植检站, 陕西延安 716000)

**摘要:**根据机值分析法原理, 利用EXCEL编制了农药毒力测定数据处理程序。用户只需输入药剂剂量(或浓度)、试验总虫数和死虫数, 即可快速、准确地计算出毒力测定中毒力回归曲线、致死中量, 95%置信限, 相关系数和卡平方值等数据, 并可进行卡平方检验和毒力曲线的绘制。

**关键词:**EXCEL; 毒力测定; 机值分析法; 致死中量

中图分类号: Q968

文献标识码: A

论文编号: 2009-1033

### Application of EXCEL in Calculating of Toxicity for Pesticide Bioassay

Liu Xia<sup>1</sup>, Lu Yonggui<sup>2</sup>, Yan Dangping<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>College of Life Sciences, Yan'an University, Yan'an Shaanxi 716000;

<sup>2</sup>Yan'an Plant Protection and Quarantine Station, Yan'an Shaanxi 716000)

**Abstract:** Based on the principle of probit analysis, the data processing system for pesticide bioassay was established with EXCEL. After the user input the insecticide dosages(or concentrations), the trial number of over-all insect and dead insects, the procedure will calculate the toxicological regression line(LD-P), median lethal dosage(LD<sub>50</sub>), 95% fiducial limit of LD<sub>50</sub>, relation coefficient(*r*), and chi square test( $\chi^2$ ) in the insecticide toxicological test quickly and accurately, moreover, also can calculate the chi square test and draw the toxicological line.

**Key words:** EXCEL, toxicity analysis, probit analysis, median lethal dose

### 0 引言

在杀虫剂的毒力测定中, 经常以致死中量(Median lethal dose, LD<sub>50</sub>)作为衡量杀虫剂的药效指标, 或害虫对杀虫剂产生抗药性的水平。所谓致死中量, 指在一定条件下, 可致供试生物半数死亡机会的药剂剂量<sup>[1]</sup>。有关计算LD<sub>50</sub>常用的方法有机值分析法<sup>[1]</sup>、最小二乘法<sup>[1]</sup>、Logistic函数法<sup>[2]</sup>等。其中, 机值分析法是目前较为常用的方法, 但传统的手工计算方法不仅费时费力, 而且容易出错。为了提高农药毒力测定数据处理的效率, 笔者采用EXCEL编写了LD<sub>50</sub>计算程序, 只需在程序中输入药剂剂量(或浓度)、总虫数和死亡数, 即可将毒力曲线、相关系数、LD<sub>50</sub>、95%置信限和卡方值等数据在瞬间计算出来。此文将详细介绍这个程序的制作过程。

### 1 基本计算公式

该计算程序根据机率值分析法原理, 参考文献[3]资料整理而出, 具体计算公式如下:

(1) 权重系数  $W = Z^2/PQ$ , 其中,  $P$  为校正死亡率,  $P = (\text{处理死亡率} - \text{对照死亡率}) / (1 - \text{对照死亡率}) \times 100\%$ ,  $Z$  为权重系数参数,  $Z = (2\pi^{-1/2}) \times e^{-(Y-5)^2/2}$ 。

(2) 斜率  $b = (\sum nw \times \sum nwx y - \sum nwx \times \sum nwy) / [\sum nw \times \sum nwx^2 - (\sum nwx)^2]$ , 截距  $a = Y - bX$ , 其中,  $X$ 、 $Y$  为均值,  $X = \sum nwx / \sum nw$ ,  $Y = \sum nwy / \sum nw$ 。

(3) 致死中量  $LD_{50} = \lg^{-1} m$ ,  $m = (5 - a) / b$ 。

(4)  $LD_{50}$  的标准误  $Sm = 1/b \times [(1/\sum nw) + (m - X)^2 / \sum nw (x - X)^2]^{-1/2}$ 。

(5)  $LD_{50}$  的95%置信限  $FL_{0.95} = \lg^{-1}(m \pm 1.96 \times Sm)$ 。

(6) 相关系数  $r = \sum (x - X)(y - Y) / [\sum (x - X)^2 \times \sum (y - Y)^2]^{-1/2}$ 。

**基金项目:** 陕西省教育厅专项科研计划项目“昆虫病原线虫共生菌的农用杀菌作用研究”(08JK494); 延安市科学技术研究发展计划项目“紫穗槐杀虫作用研究”(2008ks-21); 延安大学科研基金资助项目“天然产物活性成分的分离与功能鉴定”(KYQD200653)。

**第一作者简介:** 刘霞, 女, 1970年出生, 陕西延安人, 副教授, 博士, 主要从事天然产物研究与开发。通信地址: 716000 陕西延安市杨家岭延安大学生命科学学院, Tel: 0911-2332030, E-mail: liuxiayidan@126.com。

收稿日期: 2009-05-14, 修回日期: 2009-06-14。

(7)卡方值 $\chi^2 = \sum nwy^2 - (\sum nwy)^2 / \sum nw - (\sum nwx - \sum nwx \times \sum nwy / \sum nw)^2 / [\sum nmx^2 - (\sum nmx)^2 / \sum nw]$ 。

## 2 程序制作

### 2.1 基本程序的编写

打开EXCEL,建立如图1所示工作表,具体操作如下:

B2~B7:此列中的数据为药剂剂量。

C2~C6:此列为药剂剂量的对数值,C2格的公式为“=LOG10(B2)”。将C2格的公式直接复制到C3~C6,下同。

D2~D7、E2~E7:此两列分别为试虫总数和死亡数。



图1 LD<sub>50</sub>计算程序操作界面

F2~F7:此列为死亡率。F2格的公式为“=E2/D2×100”。

G2~G6:此列为校正死亡率。G2格的公式为“=IF(F7>5,(F2-F7)/(100-F7),F2/100)”。在进行公式的复制中注意保持“F7”不变。

H2~H6:此列为校正死亡率的机率值。H2格的公式为“=NORMSINV(G2)+5”。

I2~I6:此列为权重系数参数。I2格的公式为“=1/POWER(PI()×2,1/2)×EXP(-1/2×(H2-5)×(H2-5))”。

J2~J6:此列为权重系数。J2格的公式为“=I2×I2/G2/(1-G2)”。

K2~K6:此列为nw。K2格的公式为“=D2×J2”。

L2~L6:此列为nwx。L2格的公式为“=C2×K2”。

M2~M6:此列为nwx<sup>2</sup>。M2格的公式为“=C2×L2”。

N2~N6:此列为nwx<sup>2</sup>y。N2格的公式为“=L2×H2”。

O2~O6:此列为nwy。O2格的公式为“=K2×H2”。

P2~P6:此列为nwy<sup>2</sup>。P2格的公式为“=O2×H2”。

K7格为nw的总和,公式为“=SUM(K2:K6)”,将其复制至L7~P7。

E8格为X均值,公式为“=L7/K7”,G8格为Y均

值,公式为“=O7/K7”,E9格为斜率b,公式为“=(K7×N7-L7×O7)/(K7×M7-L7×L7)”,C9格为截距a,公式为“=(G8-E8×G10)”,C10格为m值,公式为“=(5-C9)/E9”,C11格为LD<sub>50</sub>,公式为“=POWER(10,C10)”,C12格为标准误差Sm,公式为“=1/E9×SQRT(1/K7+(C10-(L7/K7))×(C10-(L7/K7))/(M7-(L7×L7)/K7)”,C13格为卡方值,公式为“=P7-O7×O7/K7-(N7-L7×O7/K7)×(N7-L7×O7/K7)/(M7-L7×L7/K7)”,F13格为95%水平时的卡方值,公式为“=CHIINV(0.05,COUNT(B2:B6)-2)”,D12格为试验结果的判断,公式为“=IF(C13<F13,“试验结果正确”,“试验结果错误”)”,C14格为95%置信上限值,公式为“=POWER(10,C10-1.96×C12)”,F14格为95%置信下限值,公式为“=POWER(10,C10+1.96×C12)”。

### 2.2 图形的制作

输入完公式后,将输入区设置为显色区域,便于用户操作。图形的制作主要通过EXCEL自带的图形命令来完成。具体作法为:点击“插入”命令,在其中选择“图表”,进入图表制作界面,在“标准类型”中选择图表类型为“XY散点图”,执行“下一步”操作;在数据区域中选择区域为“C2:C6和H2:H6”,执行“下一步”操作

命令;在图表标题中填入“毒力测定”,数值(X)轴中填入“剂量对数”,数值(Y)轴中填入“机率值”,执行“完成”命令,即可完成图形的基本制作。然后将图形移动到合适的位置,用鼠标左键点中其中的一个点,单击鼠标右键,在弹出的命令当中选择“添加趋势线”,执行“确定”命令,即可完成毒力曲线的全部制作。

### 2.3 数据的添加

此研究设置了五组试验数据,但通常用户在使用时,所要计算的试验数据有可能多于五组,因此,进行数据的添加对该程序来说至关重要。在添加数据时,将鼠标移至EXCEL表格中第2至第6行之间的任意一行,单击鼠标右键,在弹出的命令当中选择“插入”命

令,然后向该行的单元格中输入相应的公式。

### 2.4 程序的加密

程序设计完毕后,用户可将其当作一个通用的模板进行农药的毒力测定。当用户想对程序进行加密操作时,在“工具”菜单中选择“选项”命令,进入“选项”命令操作界面,然后选择“安全性”命令,在“打开权限密码”命令的文本框中输入程序密码,再次确认密码的正确与否,点击“确定”命令,即可完成毒力测定模板的加密设置。

### 3 应用实例

为了验证程序的准确性,根据文献[4]的数据,将此程序的计算结果和DPS软件的计算结果进行了比较,结果见表1。

表1 两种计算方法的比较

软件	LD-P	r	LD <sub>50</sub> (μg/头)	95%置信限/(μg/头)	χ <sup>2</sup>
EXCEL	8.6895+1.9320x	0.9679	0.0123	0.010--0.015	4.65
DPS	9.0181+2.1211	0.9669	0.0128	0.011-0.016	4.85

由表1可以看出,经EXCEL计算所得的LD<sub>50</sub>为0.0123 μg/头,95%置信限为0.010~0.015 μg/头,DPS软件计算的LD<sub>50</sub>为0.0128 μg/头,95%置信限为0.011~0.016 μg/头,两计算结果相差甚微。经u检验法检验这两种软件计算所得的LD<sub>50</sub>,P>0.05,则两种方法计算出的LD<sub>50</sub>无显著性差异,表明应用EXCEL进行农药毒力测定的计算是准确可靠的。

### 4 讨论

(1)此程序可计算农药毒力测定中回归方程、相关系数、LD<sub>50</sub>、95%置信限、卡方值等数据;可对计算结果进行卡方检验,判断所求的结果正确与否;绘制毒力曲线,使用户直观地判断试验结果的准确性。用户只需输入试验的原始数据(药剂剂量、总虫数和死虫数),系统将快速、准确地计算出试验结果。

(2)此计算程序主要用于杀虫剂的毒力测定,如果用户要计算杀菌剂,输入试验的原始数据,将“校正死

亡率”公式按照杀菌剂毒力测定公式改为“抑制率”,其他的计算可按照该程序的计算过程进行设计。

(3)根据机值分析法原理,在反映率为0或100时,正态分布函数无意义,因此,试虫死亡率中不能包括0和100%的数据,如果在计算过程中发现有这些数据,应及时删除,不能将其输入到程序中。

### 参考文献

[1] 慕立义. 植物化学保护研究方法[M]. 北京:中国农业出版社,1991: 41-45.  
 [2] Berkson J. Application of the Logistic Function to Bioassay[J]. J Am Stati Assoc, 1944,39: 357-365.  
 [3] 张宗炳. 杀虫药剂的毒力测定—原理、方法、应用[M].北京:科学出版社, 1988: 359-392.  
 [4] 冯岗. 植物源农药专家系统的建立[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2005.