

杀菌剂毒力测定中一些数理统计问题的探讨及 BASIC 语言的应用

林孔勋 郑仲

(植保系)

提 要

本文在总结过去的资料基础上结合作者多年工作经验,提出了一个比较完整而系统的测定杀菌剂毒力结果进行统计与分析的方法。

对测定试验结果的分析与计算表明,用平均回归线的 Y 值来比较不同杀菌剂毒力的准确度可能与用 EC_{50} 或 ED_{50} 的有些差异,但还是可靠的。因此认为,具有不平行毒力曲线的杀菌剂毒力的差别,用 \bar{Y} 值进行比较,是比较方便的。用抑制圈法测定毒力的结果也可以用 \bar{Y} 值进行比较。

通过演算证明了,在使用 EC_{50} (或 ED_{50}) 对数 (m) 变量 (V_m) 的计算公式时,不论供测药剂的毒力曲线是否平行均应乘上距回归误差均方 (DMS),整个公式为:

$$V_m = \frac{1}{b^2} \left(\frac{1}{n} + \frac{(m - \bar{x})^2}{s(x - \bar{x})^2} \right) DMS$$

本文认为,在用平均 Y 值进行杀菌剂比较时,从机率值标准误差转为百分率标准误差,可用下列公式计算:

$$SE_p = \frac{P_1 - P_2}{\hat{Y}_1 - \hat{Y}_2} \times SE_{\hat{Y}}$$

本文还介绍了目前比较普遍使用的 CASIO FX-702 P 型袖珍电子计算机在统计杀菌剂生物测定结果上的应用,并编了程序,列于附表。

杀菌剂的杀菌毒力测定由于供测病原菌对象性质的不同,一般有三种方法:(1)孢子萌发法;(2)生长速率测定法和(3)抑制圈法^{[1][3][5][11]},前二者有生物反应的百分率,其毒力比较的统计分析均可用有效中量 EC_{50} 或 ED_{50} 的差别,而在第三种方法中则没有测定结果的百分率,因此只能用反应值。

在多年的教学与研究中,我们感到杀菌剂的生物测定中有些问题值得加以探讨,特别是试验结果统计方法的系统性与完整性,其中包括 EC_{50} 或 ED_{50} 方差的计算和采用平均 Y 值进行比较的问题。为了计算的方便,我们还应用 BASIC 语言编了全部计算的程序。

一、测定结果统计方法的系统与完整性

在现有有关杀菌剂毒力测定的生物统计资料中,都主要是介绍用比较 EC_{50} 或 ED_{50}

的方法^{[1][3][5][10][11]}但都不够系统,也不完整。

我们认为宜按以下步骤进行:

1. 药剂浓度(或剂量)与反应值的(百分率)的转换,即浓度(λ)转换为其对数值(X),百分率(P)换为其机率值(Y)。很多时候,由于所用浓度太低,还应先倍大,以便容易转为对数。

为便于说明以下各种计算,均以苯来特(Benomyl)和多菌灵(Carbendazim)对水稻纹枯病菌(*Pellicularia sasakii*)毒力测定的结果(表1)作为例子。在本文中除个别简单的计算外,其它均采用CASIO FX-702 P^[6]电子计算机(以下简称FX-702 P)进行计算。

表1 苯来特和多菌灵对水稻纹枯病菌的毒力

药剂	供试浓度ppm (λ)	50 λ (c)	Log C (x)	抑制% (p)	观察机率值 (y)
苯来特	2.0	100	2.000	89.9	6.2759
	1.2	60	1.778	79.0	5.8064
	0.8	40	1.602	65.0	5.3853
	0.2	10	1.000	34.0	4.5875
多菌灵	2.0	100	2.000	82.8	5.9463
	1.2	60	1.778	68.0	5.4677
	0.8	40	1.602	51.1	5.0276
	0.2	10	1.000	16.7	4.1110

2. 检验 X 与 Y 之间有无直线性关系(这个检验也可用于检查试验结果是否理想)。检验的方法有三:(1)计算 r 值,然后查表;(2)手上没有 r 值表时,可用方差分析,测定 r 的显著性^[12];(3)先求出回归系数(b),测定其显著性^{[2][6][7]}。值得指出的是,在出现 X 与 Y 没有直线性关系的情况时,有的时候并不是这两个变量本身之间不存在直线性关系,而是由于数据中有个别反应点的人为误差偏大,而使其偏离回归,因此可删去这一个点的数据,但不能主观地删去,而应先按规定方法加以检验,是否可允许这样做^[7]。

用方差分析 X 与 Y 之间相关性的显著性的 F 值计算公式:

$$F = \frac{\text{回归均方 (RMS)}}{\text{离回归均方 (DMS)}} = \frac{\sum (Y - \bar{Y})^2 \cdot r^2}{(1 - r^2) \cdot \sum (Y - \bar{Y})^2 / n - 2} = \frac{[\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}] r^2}{(1 - r^2) [\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}] / n - 2} \quad (1)$$

$$F_{*} = 95.50710 (F)^{*}, F_{多} = 154.7681 (F)$$

$n_1 = 1, n_2 = 2; F_{.05} = 18.51, F_{.01} = 98.50$ 因此苯来特的 X 与 Y 相关性明显,多菌灵的则非常明显。

*各数字后面括弧内的字母系文后附表程序中的字符,以下均同。

$$\begin{aligned} \Sigma (Y - \bar{Y})^2_{\text{苯}} &= 1.54096 \text{ (YMS)}, \quad \Sigma (Y - \bar{Y})^2_{\text{多}} = 1.8290 \text{ (YMS)}; \\ \text{DMS}_{\text{苯}} &= 0.01580 \text{ (B)}, \quad \text{DMS}_{\text{多}} = 0.01167 \text{ (D)}; \\ \Sigma (X_1 - \bar{X}_1)^2 &= \Sigma (X_2 - \bar{X}_2)^2 = 0.5516 \text{ (XMS)}, \quad \Sigma (X_1 - \bar{X}_1)(Y_1 - \bar{Y}_1) \\ &= 0.9125 \text{ (PRD)} \\ \Sigma (X_2 - \bar{X}_2)(Y_2 - \bar{Y}_2) &= 0.9980 \text{ (PRD)}, \\ \text{DMS}_{1,2} &= 0.0137 \end{aligned}$$

3. 用 X 与 Y 求出各自的回归线 $\hat{Y} = a + bx$ 和理论机率值 $\hat{Y}^{[1][2][3][4][5][6][7][8][9]}$

苯来特和多菌灵的回归为:

$$\hat{Y}_{\text{苯}} = 2.8753 \text{ (T)} + 1.6541 \text{ (B)} X$$

$$\hat{Y}_{\text{多}} = 2.2524 \text{ (T)} + 1.8092 \text{ (B)} X$$

4. 测两条回归线的平行性,有二种方法:(1)测两条回归线的回归系数(b)的差异显著性^[2];(2)用方差分析^[1]。前者比较简单,这里只介绍后者。

表2 测两条回归线平行性的方差分析表

变异原因	自由度	平方和	均方	F值	F.05 F.01显著度
总	$(n_1 + n_2) - 3$	SST			
平行回归	1	SSP	PMS		
平行偏差 (误差)	$(n_1 + n_2) - 4$	SSD	DMS	计算F值	查表F值

$$\text{均方} = \frac{\text{平方和}}{\text{自由度}}, \quad \text{计算F值} = \frac{\text{PMS}}{\text{DMS}}$$

距回归偏差总平方和(SST)

$$= \Sigma (Y_1 - \bar{Y}_1)^2 + \Sigma (Y_2 - \bar{Y}_2)^2 - \frac{[\Sigma (X_1 - \bar{X}_1)(Y_1 - \bar{Y}_1) + \Sigma (X_2 - \bar{X}_2)(Y_2 - \bar{Y}_2)]^2}{\Sigma (X_1 - \bar{X}_1)^2 + \Sigma (X_2 - \bar{X}_2)^2} \quad (2)$$

两条回归平行偏差平方和(SSD)

$$= \left\{ \Sigma (Y_1 - \bar{Y}_1)^2 - \frac{[\Sigma (X_1 - \bar{X}_1)(Y_1 - \bar{Y}_1)]^2}{\Sigma (X_1 - \bar{X}_1)^2} \right\} + \left\{ \Sigma (Y_2 - \bar{Y}_2)^2 - \frac{[\Sigma (X_2 - \bar{X}_2)(Y_2 - \bar{Y}_2)]^2}{\Sigma (X_2 - \bar{X}_2)^2} \right\} \quad (3)$$

两条平行回归平方和(SSP) = SST - SSD (4)

$$F = 0.4830 \text{ (F)}$$

$n_1 = 1, n_2 = 4; F_{.05} = 7.71$ 。因此两条回归线完全平行。

* 在杀虫剂的药效测定中,常常还要根据实际观察的死亡百分率和理论机率值求出运算机率值)又称校正机率值),或直接查表,并再求另一直线回归,供作以后的统计上的使用[1][4][9]

5. 如果两条回归线是平行的, 则求共同 b , 然后用 EC_{50} 或 ED_{50} 比较两种药剂毒力的大小, 其方法是:

$$(1) b_{1.2} = \frac{\sum(x_1 - \bar{x}_1)(Y_1 - \bar{Y}_1) + \sum(x_2 - \bar{x}_2)(Y_2 - \bar{Y}_2)}{\sum(x_1 - \bar{x}_1)^2 + \sum(x_2 - \bar{x}_2)^2}$$

$$= \frac{0.9125 + 0.9980}{0.5516 + 0.5516} = 1.7317 \quad (B) \quad (5)$$

$$(2) \text{求 } EC_{50} \text{ 的对数值, 常以 } m \text{ 表示, } m = \frac{5-a}{b} \quad (6)$$

(3) 求 m 的方差(v_m), 显然 m 的方差的含义是横座标(x)的方差, m 是其中的一点而已。本来, 一般 x 的方差常以 V_x 表示, 其平均 x 的方差可用下式计算^{[6][7]}:

$$V_{\bar{x}} = (V_{x,y}/b^2) / n \quad (7)$$

$$V_{x,y} = DMS = \frac{\sum d^2}{(n-2)} = \frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{(n-2)} \quad (8)$$

$$\text{或 } V_{x,y} = \frac{(1-r^2)(Y - \bar{Y})^2}{(n-2)} \quad (9)$$

但是, 这里需要的是 m 的方差, 因此应采用下面更准确的求法^{[1][4]}:

$$V_m = \frac{1}{b^2_{1.2}} \left[\frac{1}{n} + \frac{(m - \bar{X})^2}{\sum(x - \bar{X})^2} \right] DMS_{1.2} \quad (10)$$

$$m = (5 - a) / b_{1.2} \quad (\text{即 } m = (5 - a) / b)$$

$$a = \bar{Y} - b_{1.2}\bar{X} \quad (\text{即 } a = \bar{Y} - b\bar{X}) \quad (11)$$

求误差均方($DMS_{1.2}$), 误差均方是表示在试验中每个观察点(即 Y_i)与计算(或理论)的回归距离平方的平均数, 简称距回归离差均方, 亦即表示试验中误差的程度。误差均方也称误差项均方或标准差的平方, 求法一般有两种:

- a. 见测两条回归线平行性的方差分析表中的共同DMS, 0.0137($DMS_{1.2}$; E)
- b. 先用测 X 与 Y 相关显著性变量分析表中的DMS, 然后求其平均数(见2.)。用 $DMS_{1.2}$ 代入公式(10)求出下列各项:

$$\hat{Y}_m = 2.7517 (I) + (1.7318) x; m_m = 1.2984 (U); V_{m_m} = 0.001876 (W)$$

$$\hat{Y}_d = 2.3760 (G) + (1.7318) X; m_d = 1.5153 (M); V_{m_d} = 0.001198 (V)$$

(4) 测两种药剂的毒力差异是否显著, 如差异不显著则不必要进行比较。差异显著性可用一般的 t 测验

$$t = M_{1.2} / SE_{M_{1.2}} \quad (12)$$

$$M_{1.2} = m_2 - m_1 \quad (13)$$

$$SE_{M_{1.2}} = \sqrt{V_{m_1} + V_{m_2}} \quad (\text{回归线的标准差可看作标准误}) \quad (14)$$

$$M_{1.2} = 1.5152 - 1.2983 = 0.2169 (M - U),$$

$$SE_{M_{1.2}} = \sqrt{0.00187 + 0.00119} = 0.0554 (Q)$$

$$t = 0.2169 / 0.0554 = 3.912 (T); n = (n_1 - 2) + (n_2 - 2) = 4$$

$t_{0.05} = 2.776$, $t_{0.01} = 4.604$ 因此这两种药剂毒力的差异是显著的。

$SE_{M_{1.2}}$ 也可以用下式求出⁽⁴⁾, 结果是相近的:

$$SE_{M_{1.2}} = \sqrt{V_{M_{1.2}}} = \sqrt{\frac{1}{b^2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} + \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2 - M_{1.2})^2}{\sum(X_1 - \bar{X}_1)^2 + \sum(X_2 - \bar{X}_2)^2} \right] DMS} \quad (15)$$

(5) 两种药剂的相对毒力:

a. 两种药剂各自的毒力范围: $EC_{50} \pm SE_p$ (16)

$$SE_m = \sqrt{V_m} \quad (17)$$

$$SE_p = 10^m / 50 \times LN10 \times \sqrt{V_m} \quad (18)$$

苯来特的毒力范围: $EC_{50} \pm SE_p = 0.3975 (C_2) \pm 0.0396 (A_3)$ ppm

多菌灵的毒力范围: $EC_{50} \pm SE_p = 0.6551 (C_1) \pm 0.0522 (A_2)$ ppm

b. 两种药剂的相对毒力范围:

$$\rho_{1.2} = 10^{m_{1.2}} = 10^{0.2104} \quad (19)$$

$$SE_{\rho_{1.2}} = \rho_{1.2} \times LN10 \times SE_{M_{1.2}} = 1.6478 (X) \times 2.303 \times 0.0554 (Q) \\ = 0.2104 (Y) \quad (20)$$

$$\rho_{1.2} \pm SE_{\rho_{1.2}} = 1.6478 (X) \pm 0.2104 \text{ 倍}$$

$$\text{相对毒力95\%可靠范围} = 1.6478 \pm 0.2104 \times t_{0.05} \quad (21)$$

$$n = (n_1 - 2) + (n_2 - 2) = 4, t_{0.05} = 2.776$$

$$\text{两种药剂相对毒力95\%可靠范围} = 1.6478 \pm 0.5841$$

$$= 1.0639 (L) \sim 2.2318 (H) \text{ 倍}$$

即苯来特毒力为多菌灵的1.0639~2.2318倍

二、关于计算有效中量对数的方差方法时是否乘上误差均方(DMS)的问题, 我们认为值得加以讨论

以前有的人认为在两条回归线不平行时应乘上该均方, 而平行时则不需要乘上。我们在工作中的经验认为, 不论是否平行都要乘上, 才比较合理。我们曾把本文的例子中的X与Y对换, 求出调转后的回归线, 然后求出相应于原来m点的 \hat{Y}_m , 即机率等于5的那一点X, 最后用下式求出 $SE_{\hat{Y}_m}^{2[6][12]}$ 。

$$SE_{\hat{Y}_m}^2 = \left[\frac{1}{n} + \frac{(5 - \bar{X})^2}{\sum(X - \bar{X})^2} \right] DMS \quad (22)$$

苯来特和多菌灵的 $SE_{\hat{Y}_m}^2$ 分别为0.001915与0.00119, 跟前面的 V_{m_1} 和 V_{m_2} 完全相同。验证的结果说明, 公式(9)和(15)中乘上DMS是合理的。

三、用平均Y值进行药剂的毒力比较

用平均Y值进行药剂的毒力比较,过去也已有提出,不过只限于平均机率值^[4],我们认为在杀菌剂的毒力测定中,抑制圈方法测定的结果和任何不平行的毒力曲线均可采用Y的平均值加以比较。以代替过去的采用ED₂₅, ED₅₀和ED₇₅来比较不平行的毒力曲线的做法^[4]。我们还认为,直接用平均机率值进行比较,是不够准确的,尤其是95%范围,因为机率值在毒力曲线的位点不同,所反映的百分率有很大的差别。因此,我们认为,平均Y值及其标准误均应转化为原来的单位,如机率值转回百分率或抑制圈面积或抑制圈直径平方转回直径,然后加以比较,才较合理。

为了对用Y值进行比较的方法能有更全面的认识,可有意识地把前面的苯来特和多菌灵对纹枯病菌的两条毒力曲线看作不平行的,也用平均Y值进行比较,用此法的统计分析步骤与前面用有效中量的方法相同,主要的不同只是用平均Y值的标准误代替有效中浓度的对数m值的标准误。

1. 平均Y值标准误的计算。由于 \bar{Y} 是对应于 \bar{x} ,因此平均机率值(\bar{Y})的标准误可用下式求出。

$$SE_{\hat{Y}} = \sqrt{\frac{DMS}{n}} \quad (23)$$

$$SE_{\hat{Y}_{1,2}} = \sqrt{\frac{DMS_1}{n} + \frac{DMS_2}{n}} \quad (24)$$

$$= \sqrt{\frac{0.01580}{4} + \frac{0.1167}{4}} = 0.08287 \text{ (A)}$$

2. 测两种药剂毒力差异显著性可用t测验

$$t = \frac{\hat{Y}_1 - \hat{Y}_2}{SE_{\hat{Y}_{1,2}}} \quad (25)$$

理论Y与观察Y的平均值是相等的

$$\hat{Y}_K = \bar{Y}_K = 5.5138 \text{ (MY, K)}; \quad \hat{Y}_O = \bar{Y}_O = 5.1382 \text{ (MY, O)}$$

$$t = \frac{5.5138 - 5.1382}{SE_{\hat{Y}_{1,2}}} = \frac{0.3756}{0.8286} = 4.533 \text{ (T)}$$

$$n = (n_1 - 2) + (n_2 - 2) = 4, \quad t_{0.05} = 2.776, \quad t_{0.01} = 4.604$$

因此这两种药剂毒力的差异是显著的,

其机率值的差异范围为: 0.3756 ± 0.08287

$$95\% \text{ 可靠范围为 } 0.3756 \pm 0.08287 \times t = 0.3756 \pm 0.8287 \times 2.776$$

$$= 0.1456 \text{ (U)} \sim 0.6057 \text{ (M)}$$

3. 两种药剂的相对毒力:正如上面提出的,由于在回归线的两端与中间部位上机率相对应的百分率有很大的差别,因此求毒力的95%范围,就比较复杂,现在还没有看到象从用浓度对数表示的标准误转为浓度的标准误这样一种成熟的公认的公式。如果只

用机率的差异来求相对毒力, 显然是不够合理的。在这种情况下, 我们认为可采用以下的方法。

(1) 两种药剂各自毒力的95%范围: 要求95%靠可范围, 则应把机率的标准误转化为抑制百分率的标准误, 对此我们认为可用下面的计算方法:

$$SE_{\bar{p}} = \frac{\bar{p}_1 - \bar{p}_2}{\hat{Y}_1 - \hat{Y}_2} \times SE_{\hat{Y}} \quad (26)$$

\bar{p} 为药剂抑制生长的平均百分率;

$$\bar{p}_{\text{苯}} = 69.63\%, \bar{p}_{\text{多}} = 55.5\%$$

药剂的抑制百分率95%可靠范围为 $\bar{p} \pm SE_{\bar{p}} \times t$ (27)

$$SE_{\hat{Y}_{\text{苯}}} = \sqrt{\frac{0.01580}{4}} = 0.0629 \quad (E)$$

$$SE_{\hat{Y}_{\text{多}}} = \sqrt{\frac{0.01167}{4}} = 0.0540 \quad (F)$$

$$SE_{\bar{p}_{\text{苯}}} = \frac{69.63 - 55.5}{5.5138 - 5.1382} \times 0.0629 = 2.3645 \quad (G)$$

$$SE_{\bar{p}_{\text{多}}} = \frac{69.63 - 55.5}{5.5188 - 5.1382} \times 0.0540 = 2.0316 \quad (Q)$$

$$n = (n_1 - 2) + (n_2 - 2) = 4, t_{.05} = 0.2776$$

苯来特的抑制百分率95%可靠范围:

$$69.63 \pm 2.776 \times 2.3645 = 69.63 \pm 6.5639\% = 63.07 \quad (V) \sim 76.19 \quad (U) \%$$

多菌灵的抑制百分率95%可靠范围:

$$55.50 \pm 2.776 \times 2.0316 = 55.5 \pm 5.6397 = 49.86 \quad (R) \sim 61.14 \quad (I) \%$$

(2) 两种药剂相对毒力的95%范围: 在这里主要的问题, 也是要提出一个从机率共同标准误转变为相对的抑制百分率的共同标准误的计算公式, 直到目前, 也还没有这样一个公式。我们根据长期的工作经验, 提出下面一个经验公式:

$$SE_{\bar{p}_{1,2}} = \frac{(\bar{p}_1 - \bar{p}_2) \times SE_{\bar{p}_{1,2}}}{(\hat{Y}_1 - \hat{Y}_2) \times \bar{p}_2} \quad (28)$$

$$SE_{\bar{p}_{1,2}} = 0.05617 \quad (SEP - 1, 2; S)$$

两种药剂抑制百分率的相对毒力的95%范围:

$$\frac{\bar{p}_1}{\bar{p}_2} \pm SE_{\bar{p}_{1,2}} * t \quad (29)$$

$$\frac{69.69}{55.5} \pm 0.05617 = 1.2546 \pm 0.05617$$

两种药剂抑制百分率相对毒力的95可靠范围:

$$n = (n_1 - 2) + (n_2 - 2) = 4, t_{.05} = 2.776$$

$$\text{因此有: } 1.2546 \pm 0.0597 \times 2.779 = 1.2546 \pm 0.1559 \text{倍}$$

$$= 1.0987 \quad (L) \sim 1.4105 \quad (H) \text{倍}$$

即, 苯来特的毒力为多菌灵的1.0987~1.4105倍

从上面可以看到,用两种不同的方法进行比较的结果是相近的,但不完全相同。因此,在进行杀菌剂对病菌的毒力比较时,不但要说明试验的方法,还要说明对试验结果进行统计分析的方法。

程序表*

```

VAR: 36 PRG: 1600
P0: 1388 STEPS
5  INP "M=",M:6SB
100
10  L=R:P=J:O=K:H=Z
    :6SB 100
15  S=(L+R)-(P+J)+2
    /2/A:H=(L-P+2/A
    )+(R-J+2/A):E=H
    /(2*N-4)
20  F=(S-H)/E:PRT "
    DMS-1,2=";E;"F="
    ;F
25  INP "F.05=";A
    1:IF F#A1:PRT "
    NG":6SB 200
30  B=(P+J)/2/A:G=K
    -B#D:I=0-B#D:H=
    (S-G)/B:U=(S-I)
    /B
35  PRT "B=";B;"A1="
    ;G;"A2=";I;"N1
    =";M;"N2=";U
40  Y=(1/M+(H-D)+2/
    A)*E/B+2:W=(1/M
    +(U-D)+2/A)*E/B
    +2
45  Q=SQR (Y+W):I=A
    BS (H-U)/Q
50  PRT "YMI=";V;"V
    MZ=";M;"SEN-1,2
    =";Q;"T=";I
55  INP "T.05=";Z:I
    F T#Z:PRT "NG":
    END
60  A2=10*W/50+L#I
    0+SQR Y:A3=10*U
    /50+L#I 10+SQR W
65  PRT "C1=";10*W/
    50;"SEP1=";A2;"
    C2=";10*U/50;"S
    EP2=";A3
70  X=10*ABS (M-U):
    Y=X+L#I 10#Q
75  PRT "P-1,2=";X,
    "SEP-1,2=";Y;"H
    =";X+Y#Z;"L=";X
    -Y#Z
80  PRT "END":END
100 D=0:E=0:F=0:G=0
    :H=0:FOR I=1 TO
    N:PRT "C,Y";I:
    "=";
105  IMP C,Y:X=LOG C
    :D=D+X:E=E+Y:F=F
    +X+2:G=G+Y+2:H=
    H+X+Y
110  NEXT I:A=F-D+2/
    N:R=G-E+2/N:J=H
    -D#E/N:B=J/A:T=
    (E-B#D)/N
115  U=J+2/A:Z=U/R:Q
    =R-U:A0=M-2:I#F=Z
    +A0/(1-Z):PRT "
    A=";T;"B=";B
120  PRT "R+2=";Z;"F
    =";F;"U=";U;"Q="
    ;Q:IMP "F.05=";
    A4
125  IF F#A4:PRT "NG
    ":RET
130  D=0/N:K=E/N:PRT
    "MX=";D;"MY=";
    X;"XMS=";A
135  PRT "YMS=";R;"P
    RD=";J:RET
200  INP "P=";P;"J="
    ;J:B=(1-N)*L/A0
    :D=(1-Z)*R/A0:P
    RT "B=";B
205  A=SQR (B/H+D/M)
    :PRT "D=";D;"SE
    Y-1,2=";A:A5=A0
    S (O-K)
210  T=A5/A:PRT "T="
    ;T:IMP "T.05=";
    Y:IF T#Y:PRT "H
    G=";END
215  M=A5+A*Y:U=A5-A
    *Y:PRT "M=";M;"
    U=";U:E=SQR (B/
    H)
220  F=SQR (D/N):PRT
    "SEY1=";E;"SEY
    2=";F:G=ABS (P-
    J)/A5#E
225  Q=ABS (P-J)/A5#
    F:PRT "SEP1=";G
    ,"SEP2=";Q:U=P+
    G*Y:V=P-G*Y
230  I=J+Q*Y:R=J-Q*Y
    :PRT "U=";U;"V="
    ;V;"I=";I;"R="
    ;R
235  IF P<J THEN 245
240  IF P>J THEN 250
245  S=(J-P)*R/A5/P:
    GOTO 235
250  S=(P-J)*R/A5/J
255  PRT "SEP-1,2=";
    S
260  IF P<J THEN 270
265  IF P>J THEN 275
270  H=J/P+S*Y:L=J/P
    -S*Y:GOTO 280
275  H=P/J+S*Y:L=P/J
    -S*Y
  
```

* 200行中输入的P与J分别为两种药剂平均机率值(Y或 \hat{Y})相应的百分率

参 考 文 献

- [1] 王鉴明, 生物学测定的统计方法, 《生物统计学》, 371—434, 轻工业部甘蔗糖业科学研究所出版, 1963年。
- [2] 北京农业大学农学系作物选种教研组, 关系的度量, 《农业试验方法及统计分析》, 238北京农业大学出版组, 1962年。
- [3] 华南农学院主编: 农药的生物测定, 《植物化学保护》, 农业出版社, 1983年
- [4] 张宗炳, 杀虫药剂毒力测定的统计分析, 《昆虫毒理学》, 科学出版社, 1956年。
- [5] 黄瑞论, 赵善欢, 方中达, 农业毒物学的基本原理, 《植物化学保护》, 科学出版社1958年
- [6] 斯奈迪格, G, W, 1963, 直线回归, 《数理统计方法》, 科学出版社, 1963年。
- [7] Baucer, Edward L, 1971. The Average (Chapter 2) and Correlated Variables (chapter 7) In A statistical Manual for themists pp193, Academic press, INC. (London) LTD, 1971.
- [8] CASIO Computer Co. LTD. Instruction Mannal of CASIO FX—702p Programmable Calculatr.
- [9] Fisber, R. A. and F. Yates, 1948. Statistical Tables for biological, agrcultural and medical research (3rd ed.) Edinburgh, Olivrr and Boyd.
- [10] Hewlett, P. s. and R. L. Pipckett, . 1979. The Interpretation of Quantal Respo-nses in Biology, pp82, Fdward Arnold.
- [11] Horsfall, James G. 1956. Fungicidal Action and its Measurement (Chapter 2) . In principles of Fingicidal Action, pp.279, Chronicsa Botanica Company.
- [12] Little, Thomas M. and F. Jackson Hills. 1978. Linear Correlation and Regression (Chapter 13) In Agricultural Experimentation, pp350, John wiley & Sons, INC.

AN INVESTIGATION ON A SYSTEMATIC METHOD OF STATISTICAL ANALYSTS FOR APPRAISING FUNGICIDAL ACTIVITIES IN FUNGICIDE BIOASSAY AND USE OF CASIO FX-702P HAND-HELD POCKET COMPUTER IN THE ANALYSIS

Lin kunghsun Cheng zhong
(Department of Plant Protection)

ABSTRACT

In the present paper, after reviewing the statistical analysis of the results of fungicide bioassay, a systematic method of analysis with procedures is presented.

It is suggested that for calculating the variance of logarithm of the effective dose for 50 percent response the following formula, $V_m = \frac{1}{b^2} \left[\frac{1}{n} + \frac{(m - \bar{X})^2}{S(X - \bar{X})^2} \right] DMS$ is used

under any condition no matter whether the dosage-response regression lines of the test compounds are parallel or not.

For test fungicides with straight regression lines with different slopes average Y_s are suggested to be used for the appraising of the fungicidal activities in the bioassay experiment

An experimental formula, $SE_p = \frac{P_1 - \bar{P}_2}{\hat{Y}_2 - \hat{Y}_1} SE_{\hat{Y}}$ is suggested for transforming the standard error of proportion to that of percentage. This method of appraising might also be used in the experiment with poisoned agar causing an inhibition zone as a result of fungicidal activity.

In the appendix, the appraising of fungicidal activity is presented in BASIC computer language for easy programming into CASIO FX-702P hand-held pocket computer.