

多循环植物病害病情控制效果计算公式的比较

刘 影^{1,2}, 马海霞¹, 杨信东^{1,*}

(1. 吉林农业大学农学院, 长春 130118; 2. 吉林省农业科学院植物保护研究所, 公主岭 136100)

摘要:比较了3个多循环植物病害病情控制效果计算公式: Abbott公式, Henderson-Tilton公式和杨信东公式, 认为杨信东公式为最优公式。总结出 Abbott公式的误差产生规律: 处理区与对照区的初始病情的比值越大, 误差越大; 处理区与对照区的初始病情的值越小, 误差越大; 随着处理区与对照区的终期病情的增大, 公式的计算误差明显增大。Henderson-Tilton公式的误差产生规律: 处理区与对照区的初始病情的比值越小, 误差越大; 处理区与对照区的初始病情的值越大, 误差越大; 随着处理区与对照区的终期病情增大, 公式的计算误差明显增大。在处理区与对照区的初始病情相差悬殊, 处理区与对照区的终期病情大于0.5甚至更多的条件下 Abbott公式、Henderson-Tilton公式会产生较大误差, 不能客观评价杀菌剂或其它控病措施的功效, 而采用杨信东公式则能客观评价杀菌剂或其他控病措施的效果。

关键词:多循环植物病害控制效果; Abbott公式; Henderson-Tilton公式; 杨信东公式

Comparative study of the formulas for calculating of outbreak control multi-cycle plant disease

LIU Ying^{1,2}, MA Haixia¹, YANG Xindong^{1,*}

1 Jilin Agricultural University, College of Agriculture, Changchun 130118, China

2 Jilin Province Institute of Agricultural Sciences, Plant Protection Institute, Gongzhuling 136100, China

Abstract: In this study, after comparing of three formulas that they are Abbott formula, Henderson-Tilton formula and Yang xindong formula for calculating of outbreak control multi-cycle plant disease, there is the result: Yang xindong formula is the optimization. In Abbott formula, the more the ratio of the initial epidemic situation in treatment and control is, the greater error is; The smaller the values of the initial epidemic situation in treatment and control are, the greater error is. The greater the values of final epidemic situation in treatment and control are, the greater error is obviously. In Henderson-Tilton formula, the smaller the ratio of the initial epidemic situation in treatment and control is, the greater error is. The greater the values of the initial epidemic situation in treatment and control are, the greater error is. The greater the values of final epidemic situation in treatment and control are, the greater error is obviously. When the initial epidemic situations in treatment and in control are great disparity, or the final epidemic situations in treatment and in control are greater than 0.5 even, the control effect can't be evaluate with Abbott formula and Henderson-Tilton formula but Yang xindong formula.

Key Words: control effect of multi-cycle plant disease; Abbott formula; Henderson-Tilton formula; Yang xindong formula

在植物病理学的研究中,经常进行田间试验以考察某种降低病害流行速率的措施(如施用杀菌剂、采用水平抗性品种、科学施肥等)控制病害的实际效果,因此,计算植物病害病情控制效果也就成为经常进行的工作。为保证计算结果的正确可靠,首先就必须采用正确的计算公式,并在这公式的适用条件下去加以使用。

基金项目:中华农业科教基金资助项目(98-20-12)

收稿日期:2008-04-10; **修订日期:**2010-01-18

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xindongyang04@yahoo.com.cn

在单循环病害的研究中,由于单循环病害发病规律相对简单,病情稳定,故病害病情控制效果计算公式较简单(病情控制效果 = (对照区病情 - 处理区病情)/对照区病情),人们对计算结果一般无疑义。在多循环病害的研究中,由于多循环病害发病规律较复杂,先后有不少研究者提出过不同的病情控制效果计算公式。研究人员发现,不同公式的计算结果常有很大出入,人们对计算结果常有较多疑义。鉴于这种情况,已经有若干学者发表过对不同病情控制效果计算公式的评价意见^[1-8]。在国外,主要应用的公式是 Abbott 公式和 Henderson-Tilton 公式^[1-2,9],这两个公式在国内也得到较多应用^[6-8,10-11]。杨信东等^[3]认为以前提出的所有公式均可因初始病情不同而带来误差,并在 1999 年提出了杨信东公式,从理论上讲可以消除初始病情不同而带来的所有误差。2002 年孙广宇主编的面向 21 世纪教材《植物病理学实验技术》采用了这一公式^[4]。

虽然杨信东等论证了提出的公式可以消除初始病情不同而带来的所有误差,但此公式与国内外广泛应用的 Abbott 公式^[1]和 Henderson-Tilton 公式^[2](及其类似公式)在何条件下会有多大差别及其适用性的问题,至今未有系统研究。本文对国内外影响较大的公式的适用性进行了详细的比较研究。

在多循环病害的研究中,目前常用的病情控制效果计算公式有如下几个:

$$\text{Abbott 公式}^{[1]} \quad EF = 1 - (T - T_0)/(CK - CK_0) \quad (1)$$

$$\text{Henderson-Tilton 公式}^{[2]} \quad EF = 1 - (T \times CK_0)/(CK \times T_0) \quad (2)$$

$$\text{杨信东公式}^{[3]} \quad EF = 1 - [(T - T_0)CK_0(1 - CK)]/[(CK - CK_0)T_0(1 - T)] \quad (3)$$

也在一些学者的著作^[5-7]中提出用以下公式来计算病情控制效果:

$$EF = 1 - [(T - T_0)/T_0]/[(CK - CK_0)/CK_0] \quad (4)$$

此式在 T_0 、 CK_0 均较小时可以作如下简化:因为 $(T - T_0) \approx T$, $(CK - CK_0) \approx CK$, 故用 T 取代上式中的 $(T - T_0)$, 用 CK 取代上式中的 $(CK - CK_0)$, 简化后的公式就是 $EF = 1 - (T \times CK_0)/(CK \times T_0)$, 即 Henderson-Tilton 公式。可见该式和 Henderson-Tilton 公式非常近似,本文不再针对该式进行专门研究。

(1) — (4) 式中:

EF 为病情控制效果(%), T_0 为防治区初始病情, T 为防治区终期病情; CK_0 为不防区(对照区)初始病情, CK 为不防区终期病情。病情是指发病部分的总面积/植株总面积。

1 杨信东公式的优点及其推导思路

杨信东等在论文中^[3]已经论证了 Abbott 公式和 Henderson-Tilton 公式的根本缺点及杨信东公式的两大优点:

(1) 无论是 Abbott 公式还是 Henderson-Tilton 公式,其主要缺欠都是均可因初始病情不同而带来误差,导致在 CK_0 和 T_0 数值相差较大时不可应用。

杨信东公式的优点是排除了试验小区初始病情不同而带来的所有误差。即这个公式不论 CK_0 和 T_0 为何值均可适用。

(2) 无论是 Abbott 公式还是 Henderson-Tilton 公式,计算结果稳定性差,即 EF 和 CK 大小有关(此前,国内外学者为使读者可以对误差大小有个估计,均要求试验者在发表计算防效的同时,列出田间试验中的 CK 值)。对于同一种防病方案或措施,仅由于试验小区中终期病情的不同,而使计算出来的防治效果可以相差很大。

杨信东公式的另一个优点就是 EF 与 CK 的大小无关,从理论上讲,同种降低病害流行速率的措施(如施用杀菌剂、采用水平抗性品种、科学施肥等)的不同次的实验(CK 值不同)所得 EF 值应是唯一的,从而使不同次试验间的防效数值具有直接的可比性。

杨信东公式的基本推理过程是:假定病害季节流行曲线可用逻辑斯蒂模型描述,当 $CK_0 \neq T_0$ 时,通过逻辑斯蒂模型进行数据转换,使防治区和对照区均保持原有病害流行速率不变,又使防治区和对照区的初始病情一致,且 $CK = 0$ 均趋于 0,之后再利用基础公式求出 EF 值。正是转换后“使防治区和对照区的初始病情一致”这样的理论支撑点,做到了消除初始病情不同而带来的所有误差;也正是由于杨信东公式消除了初始病

情不同而带来的所有误差,决定了杨信东公式可以作为评价 Abbott 公式和 Henderson-Tilton 公式误差大小的标准。

2 Abbott 公式、Henderson-Tilton 公式的误差大小和发生规律

本文的研究目标是,研究国内外广泛应用的 Abbott 公式和 Henderson-Tilton 公式的误差大小及其适用性的问题。即:

①确定公式 Abbott 公式、Henderson-Tilton 公式所产生的误差大小有何规律;

②确定公式 Abbott 公式、Henderson-Tilton 公式所产生的误差在何条件下,不能客观评价杀菌剂或其它控病措施的功效。

本文的研究方法是:以(无误差的)杨信东公式为标准,计算 Abbott 公式和 Henderson-Tilton 公式在各种条件下的误差,并加以统计分析。

为进行上述目标的研究,在 Windows XP 系统上,采用 VBA 语言编写程序,改变 T_0 、 $(1-T)$ 、 CK_0 、 $(1-CK)$ 4 个量,模拟出以上 4 个量的 576 种不同组合条件下,公式(1)、(2)的误差大小的计算结果,并在此基础上进行统计分析,得到以下结果。

2.1 Abbott 公式产生误差的规律

Abbott 公式的误差大小的计算结果如表 1。

表 1 Abbott 公式在不同条件下误差大小的比较
Table 1 Comparison of the size of error on different conditions on Abbott formula

模拟条件类别 Simulation conditions category	模拟条件 Simulation conditions				模拟次数 Simulation times	误差 Error		
	CK	T	CK_0	T_0		平均值 Average	最大值 Maximum	最小值 Minimum
$CK_0 = T_0$	0.2→0.9	0.1→0.8	0.01	0.01	36	0.308	0.310	0.550
			0.02	0.02	36	0.306	0.343	0.580
			0.03	0.03	36	0.210	0.513	0.046
$CK_0 > T_0$	0.2→0.9	0.1→0.8	0.03	0.02	36	0.149	0.417	0
			0.02	0.01	36	0.197	0.545	0
$CK_0 < T_0$	0.2→0.9	0.1→0.8	0.01	0.02	36	0.343	0.657	0.085
			0.02	0.03	36	0.293	0.592	0.074

分析表 1 的数据,可见 T_0 对比 CK_0 的比值越大,误差越大。如表中所示,在 CK 、 T 一定的前提下, $T_0 > CK_0$ 值相差倍数越大,则误差值越大。

如 CK 值由 0.2、0.3、…变动到 0.9, T 值由 0.1、0.2、…变动到 0.8 的条件下, $CK_0 = 0.01$ 、 $T_0 = 0.02$ 时, $T_0/CK_0 = 2$, 为表 1 中 T_0/CK_0 比值最大的条件,误差平均值为 0.343,也是表 3 中误差值最大的情况。

$CK_0 = 0.02$ 、 $T_0 = 0.01$ 时, $T_0/CK_0 = 1/2$, 为表 3 中 T_0/CK_0 比值最小的条件,误差平均值为 0.197,也是表 1 中误差值最小的情况。

分析表 1 的数据,还有一明显规律: T_0 、 CK_0 的值越小,误差越大。如表中所示,在 CK 、 T 一定的前提下, $T_0 = CK_0 = 0.01$ 时误差平均值为 0.308, $T_0 = CK_0 = 0.02$ 时误差平均值为 0.306, $T_0 = CK_0 = 0.03$ 时误差平均值为 0.210。

为进一步研究 Abbott 公式产生误差的大小,计算了在 $CK_0 = T_0 = 0.01$ 时,由于 CK 、 T 值的不同,获得的 Abbott 公式、杨信东公式计算结果的差异,如表 2。

由表 2 可以看出一个非常重要的规律:随着 CK 、 T 值的逐渐增大,Abbott 公式的计算误差明显增大。如, $CK = 0.9$ 、 $T = 0.7$ 时,Abbott 公式的误差可达 0.518 之多。

2.2 Henderson-Tilton 公式产生误差的规律

Henderson-Tilton 公式的误差大小的计算结果如表 3。分析表 3 的数据,可见一明显规律: CK_0 对比 T_0 的比

值越大,误差越大。如表中所示,在 CK 、 T 一定的前提下, $CK_0 > T_0$ 值相差倍数越大,则误差值越大。

如 CK 值由 0.2、0.3、…变动到 0.9, T 值由 0.1、0.2、…变动到 0.8 的条件下, $CK_0 = 0.02$ 、 $T_0 = 0.01$ 时, $CK_0/T_0 = 2$,为表 3 中 CK_0/T_0 比值最大的条件,误差平均值为 0.444,也是表 3 中误差值最大的情况。

$CK_0 = 0.01$ 、 $T_0 = 0.02$ 时, $CK_0/T_0 = 1/2$,为表 3 中 CK_0/T_0 比值最小的条件,误差平均值为 0.119,也是表 3 中误差值最小的情况。

分析表 3 的数据,表明 T_0 、 CK_0 的值越大,误差越大。如表中所示,在 CK 、 T 一定的前提下, $T_0 = CK_0 = 0.01$ 时误差平均值为 0.228, $T_0 = CK_0 = 0.02$ 时误差平均值为 0.232, $T_0 = CK_0 = 0.03$ 时误差平均值为 0.238。

为进一步研究 Henderson-Tilton 公式产生误差的大小,计算了在 $CK_0 = T_0 = 0.01$ 时,由于 CK 、 T 值的不同,获得的 Henderson-Tilton 公式、杨信东公式计算结果的差异,如表 4。

由表 4 同样可以看出重要的规律:随着 CK 、 T 值的逐渐增大,Henderson-Tilton 公式的计算误差急剧增大。如, $CK = 0.9$ 、 $T = 0.7$ 时,误差可达 0.519 之多。

3 对 Abbott 公式、Henderson-Tilton 公式的评价

Abbott 公式、Henderson-Tilton 公式存在的误差比人们以前估计的要大很多。以前通常认为,Abbott 公式、Henderson-Tilton 公式在应用上,如符合以下条件: T_0 和 CK_0 均较小,且数值较接近,误差基本可以忽略。但现在的研究证明:Abbott 公式、Henderson-Tilton 公式在应用上如符合以下条件: T_0 和 CK_0 均较小,且数值较接近,误差仍然难以忽略。

分析表 1 的数据,应用 Abbott 公式,在 $T_0 = CK_0 = 0.01$ 时误差平均值为 0.308, $T_0 = CK_0 = 0.02$ 时误差平均值为 0.306, $T_0 = CK_0 = 0.03$ 时误差平均值为 0.210。这种条件应当大体符合 T_0 和 CK_0 均较小,且数值较接近,但误差平均值为 0.210—0.308。随着 CK 、 T 值的逐渐增大,Abbott 公式的计算误差明显增大。如, $CK = 0.9$ 、 $T = 0.7$ 时,Abbott 公式的误差可达 0.518 之多……

分析表 3 的数据,应用 Henderson-Tilton 公式, $T_0 = CK_0 = 0.01$ 时误差平均值为 0.228, $T_0 = CK_0 = 0.02$ 时误差平均值为 0.232, $T_0 = CK_0 = 0.03$ 时误差平均值为 0.238。这种条件也应当被认为大体符合 T_0 和 CK_0 均较小,且数值较接近,但误差平均值为 0.228—0.238。随着 CK 、 T 值的逐渐增大,Henderson-Tilton 公式的计算误差明显增大。如, $CK = 0.9$ 、 $T = 0.7$ 时,Henderson-Tilton 公式的误差可达 0.519 之多。

表 2 Abbott 公式在 $CK_0 = T_0 = 0.01$ 时的误差

Table 2 Error of Abbott formula When $CK_0 = T_0 = 0.01$ conditions

CK	T	杨信东公式 计算结果 Computing result of the Yang xindong formula	Abbott 公式 计算结果 Computing result of the Abbott formula	Abbott 公式 计算误差 error of the Abbott formula
0.2	0.1	0.557	0.502	0.055
0.3	0.1	0.742	0.668	0.073
	0.2	0.417	0.334	0.083
0.4	0.1	0.834	0.751	0.082
	0.2	0.625	0.501	0.124
	0.3	0.357	0.250	0.107
0.5	0.1	0.889	0.801	0.088
	0.2	0.750	0.601	0.149
	0.3	0.572	0.400	0.171
	0.4	0.333	0.200	0.133
0.6	0.1	0.926	0.834	0.091
	0.2	0.833	0.667	0.166
	0.3	0.714	0.500	0.213
	0.4	0.555	0.333	0.222
	0.5	0.333	0.166	0.166
0.7	0.1	0.952	0.858	0.094
	0.2	0.893	0.715	0.177
	0.3	0.816	0.572	0.244
	0.4	0.714	0.429	0.285
	0.5	0.571	0.286	0.285
	0.6	0.357	0.143	0.214
0.8	0.1	0.972	0.876	0.096
	0.2	0.937	0.750	0.186
	0.3	0.893	0.625	0.267
	0.4	0.833	0.500	0.332
	0.5	0.750	0.375	0.374
	0.6	0.625	0.250	0.374
	0.7	0.416	0.125	0.291
0.9	0.1	0.987	0.889	0.097
	0.2	0.972	0.778	0.193
	0.3	0.952	0.667	0.285
	0.4	0.926	0.556	0.369
	0.5	0.888	0.444	0.444
	0.6	0.833	0.333	0.499
	0.7	0.740	0.222	0.518
	0.8	0.555	0.111	0.444

表3 Henderson-Tilton 公式在不同条件下误差大小的比较

Table 3 Comparison of the size of error on different conditions on Henderson-Tilton formula

模拟条件类别 Simulation conditions category	模拟条件 Simulation conditions				模拟次数 Simulation times	误差 Error		
	CK	T	CK ₀	T ₀		平均值 Average	最大值 Maximum	最小值 Minimum
CK ₀ = T ₀	0.2→0.9	0.1→0.8	0.01	0.01	36	0.228	0.519	0.079
			0.02	0.02	36	0.232	0.520	0.101
			0.03	0.03	36	0.238	0.521	0.102
CK ₀ > T ₀	0.2→0.9	0.1→0.8	0.03	0.02	36	0.335	0.776	0.123
			0.02	0.01	36	0.444	1.033	0.111
CK ₀ < T ₀	0.2→0.9	0.1→0.8	0.01	0.02	36	0.119	0.262	0.051
			0.02	0.03	36	0.162	0.129	0.068

总之, Abbott 公式; Henderson-Tilton 公式在处理区与对照区的初始病情相差悬殊或处理区与对照区的终期病情大于 0.5 甚至更多的条件下, 造成计算误差明显增大, 不能客观评价杀菌剂或其它控病措施的功效。

鉴于 Abbott 公式、Henderson-Tilton 公式存在的不可避免的误差, 在以后的科研实践中, 应该尽量使用杨信东公式 $EF = 1 - [(T - T_0)CK_0(1 - CK)] / [(CK - CK_0)T_0(1 - T)]$ 。

4 讨论

4.1 杨信东公式使用中要注意的问题: 杨信东公式的优点是排除了试验小区初始病情不同而带来的试验结果的不稳定性, 但影响防效计算结果的因素除初始病情外, 还有试验进行的时间长短这一因素。杨信东等^[3]指出: 在防病措施可以有效降低防治区病害增长速率的时间范围内, 试验进行时间越长, 则最后体现出来的防治效果就越高。因此, 为了使不同次试验计算出来的防治效果真正具有可比性, 就必须要求这 2 次试验进行的时间长短是一致的。由此也可引申出, 杨信东公式使用的重要前提是: 科学确定进行田间试验的时间长短。

4.2 国内学者曾在病害防治效果的计算方法中, 提出以表观增长速率的变化计算防治效果的公式^[5]:

$$Y(\%) = (1 - r_T/r_{CK}) \times 100$$

式中, $Y(\%)$ 为防治效果, r_T 为处理区病害表观增长速率, r_{CK} 为对照区病害表观增长速率。此式应被认为属于广适性公式。

此式 $Y(\%) = (1 - r_T/r_{CK}) \times 100$ 还可根据逻辑斯蒂方程变形为:

$$Y(\%) = 1 - \{ \ln(T/(1 - T)) - \ln(T_0/(1 - T_0)) \} / \{ \ln(CK/(1 - CK)) - \ln(CK_0/(1 - CK_0)) \}$$

表4 Henderson-Tilton 公式在 CK₀ = T₀ = 0.01 时的误差Table 4 Error of Henderson-Tilton formula When CK₀ = T₀ = 0.01 conditions

CK	T	杨信东公式 计算结果 Computing result of the Yang xindong formula	Henderson-Tilton 公式计算结果 Computing result of the Henderson- Tilton formula	Henderson-Tilton 公式计算误差 Error of the Henderson-Tilton formula
0.2	0.1	0.550	0.500	0.058
	0.3	0.740	0.660	0.076
	0.2	0.850	0.830	0.022
0.4	0.1	0.830	0.750	0.085
	0.2	0.910	0.900	0.015
	0.3	0.110	0	0.111
0.5	0.1	0.880	0.800	0.090
	0.2	0.750	0.600	0.151
	0.3	0.780	0.750	0.035
0.6	0.4	0.820	0.800	0.029
	0.1	-0.340	-0.500	0.160
	0.2	0.830	0.660	0.167
0.7	0.3	0.710	0.500	0.215
	0.4	0.670	0.620	0.050
	0.5	0.740	0.700	0.043
0.8	0.6	-1.250	-1.500	0.244
	0.1	-0.110	-0.250	0.133
	0.2	0.260	0.160	0.096
0.9	0.3	0.890	0.620	0.268
	0.4	0.830	0.500	0.334
	0.5	0.750	0.370	0.375
0.6	0.6	0.870	0.830	0.039
	0.7	0.910	0.889	0.027
	0.1	0.930	0.910	0.021
0.2	0.2	0.950	0.930	0.017
	0.3	0.480	0.333	0.150
	0.4	0.740	0.660	0.078
0.5	0.5	0.880	0.440	0.445
	0.6	0.830	0.330	0.500
	0.7	0.740	0.220	0.519
0.8	0.8	0.220	0	0.222

显然,此式的计算结果,不是对病情大小的控制效果,而是对流行速率大小的控制效果。

4.3 本文研究的结果还可延伸于生态学的其他领域,因为大多数生物种群增长曲线大都符合“S”型曲线,因在计算某种因子对某生物种群增长的控制作用大小时,都可应用杨信东公式。

References:

- [1] Abbott W S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol, 1925, 18: 265-267.
- [2] Henderson C F, Tilton E W. Tests with acaricides against the brow wheat mite. J. Econ. Entomol, 1955, 48:157-161.
- [3] Yang X D, Gao J, Ma G L, Zhang J H. Improvement on the Calculation Formula of Plant Disease Control Effect. Journal of Jilin Agricultural University, 1999, 21(3): 46-48.
- [4] Sun G Y, Zong Z F. Phytopathology Experimental Technique. Beijing: Chinese Agricultural Publishing House, 2002: 9.
- [5] Xiao Y Y, Ji B H, Jiang R Z, Yang Z W. The plant disease epidemic and forecast. Beijing: Chinese Agricultural University Publishing House, 2005:135-136.
- [6] Huang G Y. Agrochemicals experiment technology and assessment method. Beijing: Agricultural Publishing House, 2000: 224, 227.
- [7] Chief Editor Ye Z Y. Modern Agrochemicals Applied technology entire book, Chinese Agriculture Publishing House, 2002: 10.
- [8] Agricultural department pesticide verification institute bioassay chamber. Pesticide-Guidelines for the field efficacy trials(1). Beijing: Chinese Standard Publishing House, 2004: 11.
- [9] Yesim Aysan, Ali Karatas and Ozden Cinar. Biological control of bacterial stem rot caused by *Erwinia chrysanthemi* on tomato. Crop Protection, 2003, 22, 6:807-811.
- [10] Li J M. The field medicine effect experiment of farm chemical the design of data handling software. Journal of Fuzhou University(Natural Science Edition), 2002, 30(4): 514-517.
- [11] Wei F L, Dai J G, Xu D Q, Li J, Zhu H B, Zhu G N. Efficacy of the New Creating Pesticide Zn Thiazole against Bacteria Disease. Agrochemicals, 2007, 46(12): 810-811.
- [12] Aladesanwa R D, Oladimeji M O. Optimizing herbicidal efficacy of glyphosate isopropylamine salt through ammonium sulphate as surfactant in oil palm (*Elaeis guineensis*) plantation in a rainforest area of Nigeria. Crop Protection, 2005, 24, 12:1068-1073.
- [13] Veronika TóTH. Protection Against western corn rootworm adults (*diabrotica virgifera virgifera leconte*) in baranya county (hungary) amerikai kukoricabogár (*diabrotica virgifera virgifera leconte*) imágók elleni védekezés baranya megyében. Journal of Central European Agriculture Vol 6 (2005) No 3.
- [14] Romuald Górski, Marek Wachowiak, Effect of magnetized water on the effectiveness of selected zoocides in the control of red spider mite. Journal of Plant Protection Research, 44 (1), 2004.
- [15] Bakircio lu Erkiçli, Uygun N. Studies on the effects of some pesticides on white peach scale, *Pseudaulacaspis pentagona* (Targ. -Tozz.) (Homoptera: Diaspididae) and its side-effects on two common scale insect predators. Crop Protection, 1997, 16(1): 69-72.
- [16] Suzan, Ali T, Mete A. Investigations on repellent and insecticidal effects of *Xanthium strumarium* L. on colorado potato beetle *leptinotrasa decemlineata* Say (Col: Chrysomelidae). Tr. J. of Agriculture and Forestry, 1998, 22: 543-552.
- [17] A. Bozsik. Studies on aphicidal efficiency of different stinging nettle extracts. Journal of Pest Science, 1996, 69(1): 21-22.
- [18] MCKenzie, Cindy and Mannion, Catharine. Effect of beauveria bassiana on lobate lac scale infesting ornamentals. Subtropical Insects Research, 2005, 11.
- [19] Ozman-Sullivan S K, Akça I. Efficiency of pesticides against big bud mites[*phytoptus avellanae* nal. and *cecidophyopsis vermiformis* nal. (acarina: eriophyoidea)] on hazelnut. ISHS Acta Horticulturae 686: VI International Congress on Hazelnut.
- [20] BÉLAI, Darvas B, Matolcsy G. Synthesis of Alkoxybenzenes and Alkoxyvinylbenzenes and Their Chemosterilizing and Toxic Activity on *Planococcus citri* (Hom., Pseudococcidae). Agricult ural and Biological Chemistry, 1987, 51(1):17-24.
- [21] Istvan Szekely, Sandor Botar, Bela Bertok. Pesticide formulations and process for the manufacture thereof. United States Patent 5912267, US Patent Issued on June 15, 1999.

参考文献:

- [3] 杨信东,高洁,马贵龙,张佳环. 植物病害病情控制效果计算公式的改进. 吉林农业大学学报, 1999, 21(3): 46-48.
- [4] 孙广宇, 宗兆锋. 植物病理学实验技术. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [5] 肖悦岩, 季伯衡, 姜瑞中, 杨之为. 植物病害流行与预测. 北京: 中国农业大学出版社, 2005: 135-136.
- [6] 黄国洋. 农药实验技术与评价方法. 北京: 农业出版社, 2000. 224, 227.
- [7] 叶钟音主编. 现代农药应用技术全书. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [8] 农业部农药检定所生测室编. 农药田间药效试验准则(一). 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [10] 李剑敏. 农药田间药效实验数据处理软件的设计. 福州大学学报(自然科学版), 2002, 30(4): 514-517.
- [11] 魏方林, 戴金贵, 许丹倩, 李俊, 朱洪斌, 朱国念. 创制农药噻唑唑对水稻细菌性病害的田间药效. 农药, 2007, 46(12): 810-811.