

灭鼠剂适口性衡量标准研究*

——维生素 D₃和磷化锌的适口性比较

李 镜 辉

(中国预防医学科学院流行病学微生物学研究所 北京)

Rex E. Marsh

(美国加利福尼亚大学 Davis 分校野生和水生动物生物学系)

摘 要

本文提出了一种新的评价灭鼠剂适口性的方法,即用直线回归方程来描述灭鼠剂的适口性,具体做法是以毒饵的摄食系数为纵座标(Y),以灭鼠剂在毒饵中的浓度的对数为横座标(X),求出直线回归方程。本法的优点是可以反映毒饵的适口性随灭鼠剂在毒饵中的浓度改变而产生变化的趋势,并以磷化锌和维生素D₃为实例加以说明。相关系数测定表明,磷化锌的摄食系数与其对数浓度之间存在着非常显著的负相关关系($r = -0.8923, p < 0.001$),其直线回归方程为 $Y = 0.4153 - 0.2541x$ 。实验结果表明,磷化锌的最低适用浓度和最适浓度均为2%,而维生素D₃的最低适用浓度为0.1%,最适浓度为0.2%。

关键词 (Key words): 鼠类防制(Rodent control), 灭鼠剂(Rodenticides), 适口性(Palatability), 维生素D₃(Vitamin D₃), 磷化锌(Zinc phosphide)。

对于一种灭鼠剂的评价,需要从毒力、适口性、耐药性和抗药性、作用速度、稳定性、解毒方法等多方面来综合考虑,其中最重要的为毒力和适口性两项。毒力强弱目前通用的标准是致死中量(LD₅₀),并基本上是令人满意的,而对适口性来说,至今尚未找到一种令人满意的、能从总体上反映某种灭鼠剂的适口性好坏的衡量标准。现有的衡量标准即摄食系数(汪诚信等,1981)仅是对一定浓度的某种灭鼠剂配成的毒饵而言,不能反映当这种灭鼠剂在毒饵中的浓度改变时其毒饵适口性随之而产生的变化趋势,因而不能使灭鼠工作者从总体上来了解这种灭鼠剂的适口性。本研究的目的,就是希望找到一种能从总体上来反映一种灭鼠剂的适口性的衡量标准,即反映当一种灭鼠剂在毒饵中的浓度改变时,其毒饵的适口性随之而产生变化的趋势。在探索中,结合对维生素D₃最适浓度的选择,我们发现用回归系数来描述灭鼠剂的适口性可以满足上述要求。本试验系在美国进行,现将初步研究结果报告如下。

材料和方法

小家鼠 由加利福尼亚大学 Davis 分校生态研究所提供。

* 本课题由中国预防医学科学院流行病学微生物学研究所汪诚信研究员选定。
本文于1989年5月21日收到,同年8月15日修回。

小白鼠 为Swiss-Webster品系,来自加利福尼亚州Gilroy的Simonsen实验室。

磷化锌 纽约西方石油总公司福克化学公司工业化学药品部生产,纯度为94%。

维生素D₃ 产自西格姆化学公司,纯度为98%。

受试动物单笼饲养,试前观察7天以适应实验室环境并确证其健康,此时饲以正常实验室饲料。受试药品配成一定浓度,含5%玉米油的粗磨小麦毒饵。根据磷化锌和维生素D₃*对小白鼠的致死中量(Li等,1988),常用或可能适用的浓度范围(汪诚信等,1981),以及本实验的设计要求确定两种药品各10个试验浓度(表1)。正式试验前进行无选择初试(Eppo Bulletin, 1975),以确证其有作为急性灭鼠剂而进一步研究的价值。结果两种试验浓度使所有动物全部死亡,说明维生素D₃可作为新灭鼠剂进一步研究。

正式试验中,每组(即每种药物的每个剂量水平)20只动物,雌雄各半,均为成年个体(体重17—23克),试验时撤去正常实验室食物,换以试饵。试饵分两种,一为试验用毒饵,一为无毒的对照饵,以相同圆形瓷钵盛装作为毒饵盒和对照饵盒。每只鼠笼同时提供两种试饵各一份,分别放在鼠笼的前后端。鼠笼编号,若单号鼠笼毒饵盒置于前,则双号鼠笼毒饵盒置于后,对照饵盒在单双号鼠笼中的位置反之。24小时后两种试饵同时撤去,重新供给正常实验室饲料,观察一周。试饵撤下后检出鼠粪,并收集溅落在笼底浅盘中的饵料分别归入相应的饵盒中,置室温下48小时以蒸发可能存在的鼠尿,然后称量剩余量并计算消耗量。

受试动物整个存活期间均供以足量饮水。

根据毒饵和无毒对照饵的消耗量计算摄食系数(摄食系数=毒饵消耗量/对照饵消耗量),根据毒饵的摄食系数和相应浓度的对数绘图,并进行相关系数和直线回归计算。

结果和讨论

维生素D₃和磷化锌的适口性试验结果见表1。可见对于磷化锌来说,随着浓度的增高,摄食系数呈下降趋势,计算其对数浓度和摄食系数之间的相关系数,得 $r = -0.8923$,具有非常显著意义($p < 0.001$),以浓度的对数为 x ,以摄食系数为 Y 进一步计算其回归方程,得: $Y = 0.4153 - 0.2541x$ 。按直线回归方程的通式 $Y = a + bx$,本方程的 a 为0.4153,说明当浓度为1%时,毒饵的摄食系数正好为0.4153。 b 为-0.2541,负号说明 x 增加时, Y 呈下降趋势,即所试毒饵的适口性随毒饵中磷化锌的浓度增加而下降,绝对值0.2541规定了下降的幅度。按此方程计算,得相应浓度的摄食系数的理论值(估计值)和实测值(观察值)如表2。

根据表1所列结果,计算维生素D₃的对数浓度和摄食系数之间的相关系数,得 $r = -0.6230$,其绝对值略低于其 $p = 0.05$ 时的界值0.632,故不进一步作直线回归计算,而据此初步认为维生素D₃的浓度增高所致对适口性的不利影响不如磷化锌明显,亦即在这方面,维生素D₃优于磷化锌。图1和图2分别显示毒饵的适口性(以摄食系数表示)随毒饵中灭鼠剂的浓度(以其对数表示)改变时所产生的变化,可见磷化锌的点线趋势明显,而维生素D₃的点线比较分散。

* 有关维生素D₃的致死中量和适用浓度参考资料来自未发表资料。

表 1 维生素D₃和磷化锌的适口性试验结果比较
Table 1 The palatability test result comparison between vitamin D₃ and zinc phosphide

维生素D ₃ Vitamin D ₃				磷化锌 Zinc phosphide			
浓度 Concentration (%)	摄食系数 Acceptance Coefficient	死亡鼠数 No. of dead	死亡率 Mortality (%)	浓度 Concentration (%)	摄食系数 Acceptance Coefficient	死亡鼠数 No. of dead	死亡率 Mortality (%)
0.0125 (2.0869)*	0.74	1	5	0.0156 (2.1931)	0.97	0	0
0.025 (2.3979)	0.86	8	40	0.0313 (2.4955)	0.73	0	0
0.05 (2.6990)	1.18	13	65	0.0625 (2.7959)	0.86	0	0
0.1 (1.0000)	0.95	19	95	0.125 (1.0969)	0.59	2	10
0.2 (1.3010)	0.83	20	100	0.25 (1.3979)	0.40	3	15
0.4 (1.6021)	0.86	20	100	0.5 (1.6990)	0.58	16	80
0.8 (1.9031)	0.44	20	100	1.0 (0.0000)	0.24	16	80
1.6 (0.2041)	0.28	20	100	2.0 (0.3010)	0.38	20	100
3.2 (0.5051)	0.37	20	100	4.0 (0.6021)	0.23	20	100
6.4 (0.8062)	0.73	20	100	8.0 (0.9031)	0.32	20	100

*₁ 括号内的数字为浓度的对数。

The figure in brackets is the logarithm of the concentration

表 2 磷化锌摄食系数的估计值和观察值比较
Table 2 Comparison between the theoretical value and actual value of the acceptance coefficient of zinc phosphide

浓度 Concentration (%)	浓度的对数 Log of Concentration	摄食系数 Acceptance Coefficient	
		估计值 Theoretical	观察值 Actual
0.0156	-1.8089(2.1931)*	0.87	0.97
0.0313	-1.5045(2.4955)	0.80	0.73
0.0625	-1.2040(2.7959)	0.72	0.86
0.125	-0.9031(1.0969)	0.64	0.59
0.25	-0.6021(1.3979)	0.57	0.40
0.5	-0.3010(1.6990)	0.49	0.58
1.0	0 (0)	0.42	0.24
2.0	0.3010(0.3010)	0.34	0.38
4.0	0.6021(0.6021)	0.26	0.23
8.0	0.9031(0.9031)	0.19	0.32

*₂ 括号内的数字是写成首数和尾数形式的对数

The figure in brackets is the logarithm written in the form of two parts, head number and tail number

用直线回归方程来描述灭鼠剂的适口性, 和用直线回归方程描述其他变量之间的关系一样, 实际上取决于方程中a、b两个常数, a即当x为0时的Y值, b即x每增加一个单位时Y的变化量。根据本方程的具体情况, x是浓度的对数, 若要x为0, 浓度须为1,

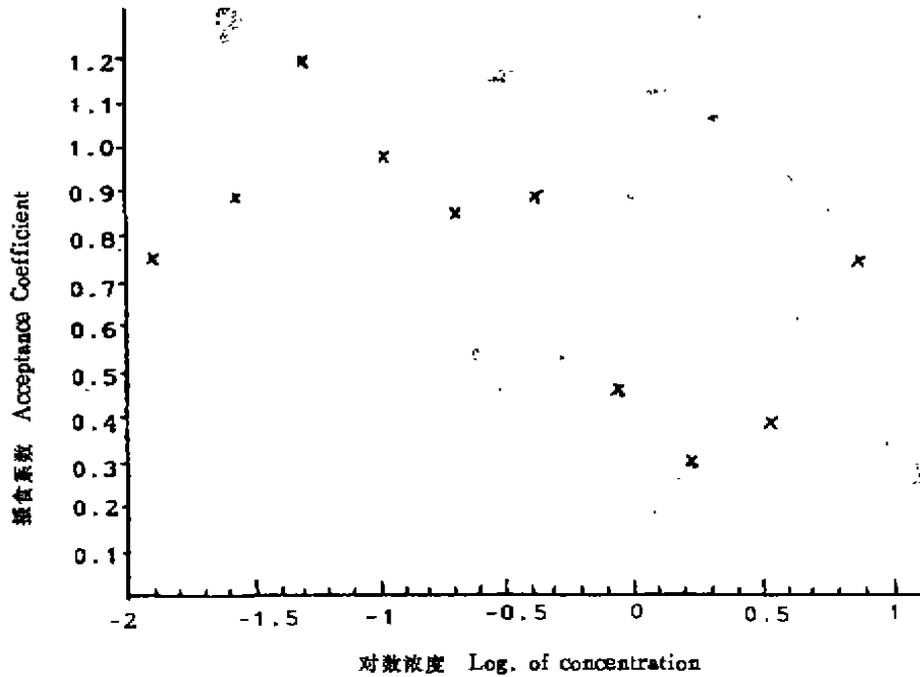


图 1 不同浓度的维生素D₃小麦毒饵的摄食系数

Fig.1 The acceptance coefficient of wheat baits of varying concentration of vitamin D₃

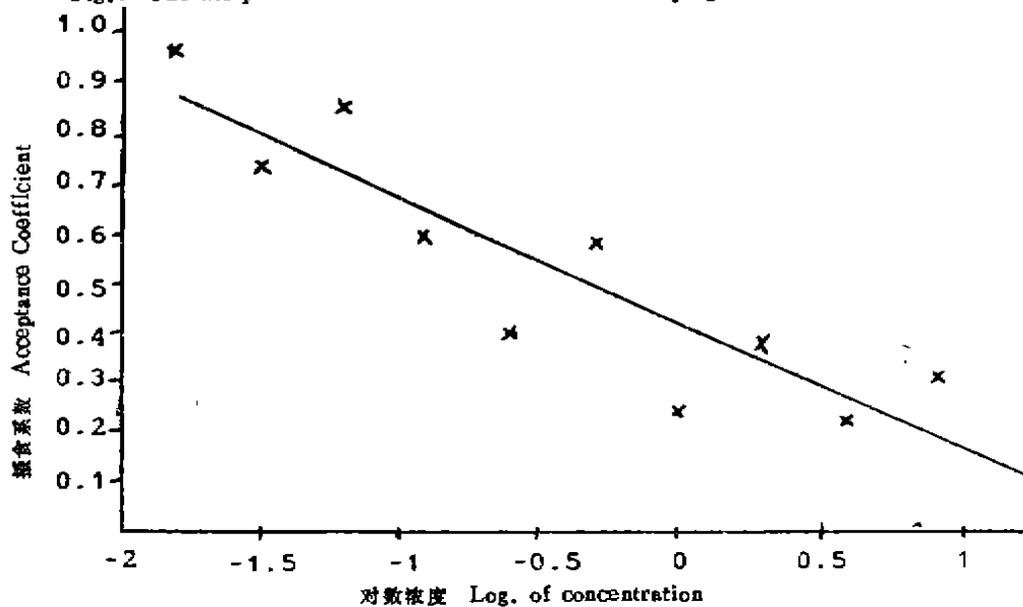


图 2 磷化锌适口性试验浓度反应直线

Fig.2 The palatability-concentration reaction line phosphide

此处浓度为百分比浓度，1 就是 1%，即 a 等于灭鼠剂浓度为 1% 时所配毒饵的摄食系数。它反映了灭鼠剂处于某一浓度时适口性的静态水平。而常数 b 即回归系数，又称斜率，反映的是当毒饵中灭鼠剂的浓度改变时其适口性的动态变化，b 值的符号表示这种变化是增加还是减少，其绝对值的大小表示变化或增减的速度。

关于浓度与杀灭率之间的关系，从表 1 可见，维生素 D₃ 的浓度自 0.2% 以上，磷化锌的浓度自 2% 以上，杀灭率均为 100%，若以灭鼠剂在实验室有选择摄食试验条件下杀灭

率为100%时的最低浓度为最适浓度,则维生素D₃的最适浓度为0.2%,磷化锌的最适浓度为2%;而如果效仿抗凝血灭鼠剂的有关规定,以在实验室有选择摄食条件下杀灭率至少应达到90%为标准(Palmateer, 1981),可以认为磷化锌的最低适用浓度就是它的最适浓度,而维生素D₃的最低适用浓度则为0.1%。此外,由于本实验以小白鼠为实验对象,故在实际应用时还应考虑到它与小家鼠之间可能存在的差别(Li等, 1988,)。

参 考 文 献

- 汪诚信、潘祖安 1981 灭鼠概论。101和266, 人民卫生出版社。
 EPPO Bulletin 1975 Guide-lines for the development and biological evaluation of rodenticides. Vol. 5, No.1, 49pp.
 Li Jinghui and Marsh, R.E. 1988 LD₅₀ determination of zinc phosphide toxicity for house mice and albino laboratory mice, Proc. Vertebr. Pest Conf. Davis, Calif. 13,91-94.
 Palmateer, S.D. 1981 Method for analysis of rat acceptance data generated in anticoagulant bait bioassays. Vertebrate pest control and management materials, Third conference. ASTM STP 752. American Society for Testing and Materials, pp94-99, 1981.

外文摘要 (Abstract)

A STUDY ON THE PALATABILITY ASSESSMENT OF RODENTICIDES

LI Jinghui

(Institute of Epidemiology and Microbiology, Chinese Academy of Preventive Medicine)

Rex E. Marsh

(Wildlife and Fisheries Biology, University of California, Davis, CA 95616, U.S.A)

A new method for estimating the palatability of rodenticides is introduced. It is describing the palatability by a linear regression equation in which the acceptance coefficient is taken as the ordinate(x) and the logarithm of concentrations of the rodenticide in baits as the abscissa(Y). The advantage of this method is that the trend of variation of the palatability of baits caused by the concentration changes can be reflected. The method is demonstrated with two rodenticides, zinc phosphide and vitamin D₃. The correlation coefficient determination shows that there exists a very significant negative correlation between the acceptance coefficient and the logarithm concentration for zinc phosphide ($r = -0.8923$, $p < 0.001$) and the absolute value of the correlation coefficient is slightly less than it should be if statistically significant ($p = 0.05$) for vitamin D₃, so it can be considered that the vitamin D₃ is better than zinc phosphide in palatability or rodent acceptance. And the regression calculation shows that the regression equation for zinc phosphide is,

$$Y = 0.4153 - 0.2541X.$$

In addition, the results show that a minimum of the applicable concentration is 0.1% and the optimum is 0.2% for vitamin D₃ but the two are one, i.e. 2% for zinc phosphide.