

算术平均值近似地代表真值。对于需要逐个定值或者均匀性、稳定性极好的标准物质可以用平均值的 95% 的置信限 $\left(\pm z_{0.95} \frac{s}{\sqrt{n}}\right)$

表达保证值的不确定度；对于稳定性很好、均匀性不够理想而需要抽样定值的标准物质应当用统计容许限 $\pm k_s$ 表达保证值的不确定度。其中 k 是抽取样本数 n 、包括整体的百分数 p 和置信概率 r 的函数。如表 3 SRM₁₅₇₇ 中的 K、Pb、Rb、Sr 的保证值的不确定度就是包括整体 95%，置信概率为 95% 时的统计容许限；对于稳定性和均匀性都比较好的标准物质，一般用 95% 的置信限表示保证值的不确定度，但其具体含义有时不同。如表 3 SRM₁₅₄₉ 中各元素保证值的不确定度是综合的 95% 的置信限，它包括了方法的随机误差、方法间可能的系统误差和物质的变动性。日本的贻贝和人发标准物质保证值的不确定度，是总平均值的 2 倍的标准误差和单个方法平均值的 95% 置信限的综合。中国的甘兰和猪肝标准物质保证值的不确定度则是 2

倍标准偏差。总之，应根据标准物质的变动性、定值方法的随机误差和可能的系统误差，估计保证值的不确定度，使其能正确表达保证值与真值接近的程度。

参 考 文 献

- [1] Amore, F., "Losses, Interferences, and Contamination in Trace Metal Analysis-Some Examples" in *Accuracy in Trace Analysis: Sampling, Sample Handling Analysis-volume 11*, P. D. Lafleur, Ed. pp. 662—665, U. S. Government Printing Office, Washington, 1976.
- [2] *ibid.*
- [3] Blair, W. R., An International Butyltin Measurement Methods Intercomparison: Sample Preparation and Results of Analysis, NBSIR 86—3321.
- [4] Cali, J. P., NBS Certificate of Analysis SRM 1571, 1971.
- [5] Cali, J. P., NBS Certificate of Analysis SRM 1577, 1972.
- [6] Parkany, M., *Enhancing the Accuracy of Analytical Methods by Using Certified Reference Materials*, ISO/DEVCO/REMCO Workshop, 4 May 1987.
- [7] 潘秀荣, 分析化学准确度的保证和评价, 74—82 页, 计量出版社, 北京, 1987.

(收稿日期: 1988年3月5日)

蚕豆根尖细胞微核检测技术的现状

王 英 彦

(北京市环境保护科学研究所)

蚕豆根尖细胞微核检测技术(VMT)是继紫露草四分孢子微核检测方法^[1,2], 是国内较为普遍用于研究和监测环境致突变物(致癌物)的高等植物间期体细胞遗传检测系统。从方法学到实际应用等各方面已积累较多资料。鉴此, 本着目前国内几次有关学术会议上倡导的短期生物检测技术的系列化, 规范化和标准化的倡议, 本文对 VMT 的现状试

行以下的初步综述, 以促进该技术在更高层次的发展和推广以及使其成为国内常规的环境生物短期监测工具。

一、剂量效应基础

蚕豆是经典的细胞遗传学研究材料, 有关资料颇多^[3-5]。144 种处理蚕豆根尖的物理因素和化学物质中诱发有丝分裂细胞染色

体和染色单体畸变呈阳性结果的为 134 种^[4-7]。微核是一种染色体畸变的表现形式^[8]。蚕豆根尖微核率与剂量间相关显著或非常显著,包括 ^{60}Co 和平阳霉素等 14 种化学物质^[9-12]。因此 VMT 具有良好的剂量效应基础。

二、与中期细胞染色体畸变分析的关系

中期细胞染色体畸变率历来被用于研究细胞内外有害因素对染色体的损伤,进而分析这些因素的致突变活性(致癌活性)及其强度。但是,畸变分析繁冗,不适于大规模环境样品的筛选。 ^{60}Cr 和平阳霉素等物化因素诱发的蚕豆根尖细胞微核率与其中期细胞染色体畸变率间相关非常显著^[9,10,12],因此 VM 可代替畸变分析,即以染色体畸变为终点的技术简易为以其类型之一的微核作指标的方法合理,由此提高此项遗传毒理短期植物筛选技术的实用性。

三、检测物谱

VMT 究竟能够检出多少种类的有害因素是衡量该技术可用性的主要关键。辐射,金属(无机或有机)和非金属,吡啶,环氧化物,含硫脂,胍胺类,内脂,抗菌素,芳香胺,氮丙啶,甲醚脂,真菌霉素,氮(硫)芥,亚硝胺(脲),有机过氧化物,磷酸脂,嘌呤(嘧啶)衍生物,卤代烷,苯环,亚硝酸胍,植物硷,醇酚,六环化物,氨基酸衍生物,胺(酰胺),叠氮化物,硫脲,苯花,多氯联苯等 34 类的 161 种化合物中有 150 种诱发蚕豆根尖细胞染色体或染色单体畸变或微核,这些阳性结果中具剂量效应关系的占 37 种^[6-11]。以上资料表明,VMT 检测致突变物(致癌物)是广谱的,即被检出的对象类别是不少的,适合于检测实验室内不同种类的样品,和筛选外环境中因素众多并交互作用的样品。

四、与致癌性的关系

91 种化学物质中具阻断高等植物细胞有丝分裂活性的为 39 种,而其中具有致癌活性的占 80% 左右^[12]。至于蚕豆根尖细胞分裂被阻断的 19 种阳性化合物中有 16 种具致癌性,为 84% 左右(表 1),由此说明高等植物细胞微核检测技术不仅可用于检测致突变

表 1 19 种化学物质的蚕豆根尖细胞遗传效应与其致癌性*

化学物质	蚕豆根尖细胞遗传效应	致癌性分级**
甲基磺酸乙酯	+D	+
N-甲基-N-亚硝基脲	+D	+
甲基磺酸甲酯	+D	+
N-甲基-N-亚硝-N-亚硝基胍	+	+
N-乙基-N-亚硝脲	+	+
马来酰肼	+D	+
三乙基密胺	+	+
氟乐灵	+	+
1,2,3,4-二环氧丁烷	+D	+
丝裂霉素 C	+	+
β -丙酰内酯	+	+
乐果	+D	-
杀草强	+	+
异狄氏剂	+D	-
Monocrotaline	+	+
1,3-磺酸丙内酯	+	+
硫代涕巴	+D	+
膦乙酸	+	+
(2-氯乙基)三甲胺氯化物	+D	-

* + 阳性; +D, 阳性-剂量关系; -, 阴性效应。

** 根据 1980 年 8 月美国环保局提供致癌物合并表分级。

物,同样也可用于检测致癌物,与微生物或哺乳动物的短期生物试验并列。

五、与其它短期生物检测指标的比较

与鼠伤寒沙门氏杆菌试验^[13],与哺乳动物细胞畸变(表 2)^[14],与小鼠骨髓多染性细胞微核试验^[14]等的结果比较表明,在反映细胞遗传毒理学的效应上高等植物细胞遗传系统具有同样的功效,可同任一种或数种不同

系统发育水平上的短期检测技术构成组群,用于鉴别未知物质的致突变性(致癌性)。表3列出8种化学物质,其致突变性潜力在植物系统中序次,与哺乳动物,果蝇和细菌比较,同哺乳动物的较近,其次为果蝇,细菌,其中尤与体外哺乳动物的潜力更近些。例如在植物和体外哺乳动物和体外哺乳动物的致突变性顺序中,EMS, MMS 和 DMD 位于表格下层,而 TREN, MMC 和 MNNG 则在

表2 植物根尖和培养哺乳动物细胞对15种农药效应的比较

化学物质	染色体畸变	
	植物根尖	培养哺乳动物细胞
唑磷嗪	+	+
莠去津	+	+
2,4-滴	+	+
滴滴涕	+	+
敌敌畏	+	+
狄氏剂	+	+
二溴乙烯	-	-
灰黄霉素	+	+
六甲磷	-	-
七氯	+	+
马来酰肼	+	-
汞化物	+	+
磷酸	+	+
2,4,5-涕	+	+
涕巴	+	+

上层。在果蝇顺序中 MMS 和 DMN 位于上层,而 MMC 和 MNN 则在下层。至于细菌,与哺乳动物系统比较,离散而无层次可比。由此进一步说明,高等植物系统在诸系统中的地位^[6]。由于较接近于哺乳动物系统,因此高等植物细胞遗传检测获得的信息外推于人类上,这是一个很有意义的依据。总之, VMT 是一项能提供致突变性(致癌性)信息的有用工具。至于与紫露草四分孢子微核检测技术相关非常显著的关系^[7],说明间期体细胞和生殖细胞的遗传效应达到相一致的程度,进一步体现 VMT 的可靠性。

表3 八种化学致突变物对植物及其它系统致突变性潜力(频率/剂量)序次

植物 (体内)	哺乳动物		果 蝇	细 菌
	(体内)	(体外)		
TREN ¹	TEM ⁴	TREN ¹	TEM ⁴	MMC ²
MMC ²	TREN ¹	MMC ²	TREN ¹	TEM ⁴
MNNG ³	MMC ²	EI ⁵	MMS ⁷	EI ⁵
TEM ⁴	EI ⁵	MNNG ³	DMN ⁸	DMN ⁸
EI ⁵	DMN ⁸	TEM ⁴	MNNG ³	MNNG ³
EMS ⁶	MNNG ³	MMS ⁷	EMS ⁶	MMS ⁷
MMS ⁷	MMS ⁷	DMN ⁸	MMC ²	TREN ¹
DMN ⁸	EMS ⁶	EMS ⁶	EI ⁵	EMS ⁶

EMS 乙基硫酸甲酯; MMS 甲基磺酸甲酯; EI 乙烯亚胺; DMN 二甲基亚硝胺; TEM 三乙撑密胺; TREN 治癌照明; MMC 丝裂霉素 C; MNNG N-甲基-N'-亚硝基-N-亚硝基胍。

六、与化学和工程有关指标的比较

与无机元素和有机化合物含量的比较表明, VMT 与污水中化学成分有内在的因果关系,即化学性质能体现为综合的细胞遗传效应。与有机综合指标比较表明, VMT 与 CO_2 和 BOD_5 三者间同有指示水体污染的功用,但是又各有特定的意义。因为 VMT 毕竟是衡量无机物和有机物对生物有机体特定影响的指标,而其它两项指标只是反映微生物降解碳源类有机物潜力及其对环境的影响,因此明显地改善 CO_2 和 BOD_5 ,但不一定会有效地去除致突变物(致癌物)。总之,三项指标宜配合使用。与综合平均污染率指数(R)比较表明, VMT 检测的结果在评价环境污染中独具其生物学意义,而不概括在反映工厂对环境影响潜力的指标之中^[4]。以上三项比较的结果对于 VMT 在天然水质保护,环境评价和工程治疗效益评估中的作用起到确切的反映,首先指明生物毒理遗传指标在环境保护中有独到的意义,其次导出与其他环境污染指标是各具特点而又关联,在环境评价和治理中应当配合参审。

七、实际应用

最先, Degrassi 用 VMT 监测环境样品中的致突变物(致癌物)^[18]. 国内是在建立 VMT 的基础上开展在大环境中的筛检和评估工作. 例如黄石市青山湖污染的监测^[19], 稳定塘土地处理技术效果的评估^[14], 地下水污染及追踪污染物随下渗水运动的研究等, 取得初步的效益. 值得推荐的是在湖泊污染监测的基础上探讨污染指数及其在监测水质污染中的应用^[20]以及在农业污灌区水体监测的基础上, 引用聚类分析作水体污染状况的分类^[21]. 这一类尝试将使单一的短期生物检测技术, 在大环境应用中, 在通过数理统计处理后, 获得更能正确地反映环境污染对生物有机体效应或潜在效应的统计推理, 为保护环境和人类健康提供客观的信息.

上述的蚕豆根尖细胞微核检测技术(VMT)仅仅是高等植物遗传试验系统的实际应用之一. 实际上, 植物系统检测环境致突变物(致癌物)的潜力是颇大的^[13, 22-25]. 这可由以下诸点说明: (1) 植物可用作检测的材料有种子(DNA 合成到有丝分裂), 茎(减数分裂)或幼芽(细胞周期中的不同阶段), 包括天然的和人工培育的^[27]. (2) 充作检测指标的遗传终点多样. a. 突变: 位点的, 特殊位点的, 细胞质的, 控制因子的, 付突变的; b. 单链 DNA 断裂; c. DNA 修复; d. 染色体变异: 染色体或染色单体断裂, 亚染色单体畸变, 体细胞交换, 不分离现象, 姐妹染色单体互换, 微核, 交叉, 雄性不育性和胚胎致死; e. 多终点^[28, 29]. (3) 供检测用的植物种类不少. a. 基因类的有拟南芥, 大豆, 大麦, 紫露草, 玉米等; b. 染色体变异类的有洋葱, 大麦, 紫露草, 蚕豆等, 共计 233 种左右^[13]. (4) 用于环境监测的适应性较宽. a. 用种子作诱变器官时, 较适应于 pH, 温度, 水内含物和代谢等条件的改变; b. 原位监测, 利用天然植物或其群落, 或有目的植入已知的相应植物作大

气, 水体或土壤的直接监测器, 以探查植物衰退, 群体变异, 或农作物的质劣量减的因素; c. 适于检测大量无需作复杂的予处理的原始样品, 较客观反映外环境的污染状况.

无疑, 植物遗传检测系统也有不小的局限性: (1) 将所获的信息外推到人类时, 有较大的限制, 因植物与人体的代谢过程殊异; 致突变物接触两者靶分子的方式及诱变损伤的表达不一; 前致突变物变为终致突变物的过程有别, 如二甲基亚硝胺只在肝匀浆(S₉)活化下方变为终致突变物, 而大豆, 拟南芥和大麦等无需活化, 直接诱发变异, 另如柔毛霉素不诱导植物基因组变异, 但对哺乳动物则有影响. 不过, 鉴于高等植物与哺乳动物均属真核生物, 有着相近的染色体结构, 因此其充作检测组群的一种技术还是有一定的意义, 当然也不失其可作环境样品的筛检工具. (2) 致突变物对植物作用的机制在分子和超显微结构水平上还缺乏知识, 需要作深入的研讨. (3) 微核检测技术应予标准化.

总之, 随着研究的深入及应用的推广, 包括蚕豆根尖细胞微核检测技术在内的高等植物遗传试验系统将愈益得到关注和发展, 在理论和实践上作出应有的贡献.

参 考 文 献

- [1] Tehsiu, Ma., *In Vitro Testing of Environmental Agents, Part A*, Eds. Kolber et al., pp. 191—214, Plenum Publish, Corper, 1983.
- [2] 王英彦等, 环境科学, 7(2), 77(1986).
- [3] Reed, J., *Radiation Biology of Vicia faba in Relation to the General Problem*. pp. 65—92, Blackwell, 1959.
- [4] 王钦南等 环境科学学报, 1, 265(1981).
- [5] 沈光平等 遗传学报, 11, 109(1984).
- [6] Tehsiu, Ma., *Mut. Res.*, 99, 257(1982).
- [7] Reiger, R. et al., *Comparative Chemical Mutagenesis*, Eds. F. J. de Serres et al., p. 339, Plenum Press, N. Y. 1981.
- [8] Schwarg, J., *Mut. Res.*, 31, 9(1975).
- [9] Yingyan, Wang et al., *Mut. Can. & Mal.*, Eds. E. H. Y. Chu & W. M. Generoso, p. 841, Plenum Press, N. Y., 1984(Abs.).
- [10] 王英彦, 环境科学, 5(4), 20(1984).
- [11] 王英彦等, 中国环境科学, 6(2), 19(1986).

- [12] 陈钦耀等, 环境科学与技术, (4), 14(1987).
- [13] Constantin, M. J. et al., *Mut. Res.*, 99, 1(1982).
- [14] 王英彦等, 中国环境科学, 7(5), 45(1987).
- [15] Grant, D. et al., *EHP*, 27, 37(1978).
- [16] Clive, D. et al., "Comparative Chemical Mutagenesis: An Overview", In *Proceedings Comparative Chemical Mutagenesis Workshop*, Eds. F. J. de Serres et al., pp. 81—87. NIEHS, Research Triangle Park, 1978.
- [17] 王英彦等, 环境污染与防治(4), 4(1984).
- [18] Degraasi, F. et al., *Mut. Res.*, 75, 191(1980).
- [19] 陈光荣等, 中国环境科学5(4), 2(1985).
- [20] 陈光荣等, 中国环境科学6(2)60(1986).
- [21] 王英彦等, 环境科学与技术(4), 7(1987).
- [22] De Serres, F. J., *EHP*, 3, 37(1978).
- [23] Waters, M. D. Eds., "Short-term Bioassays in the Analysis of Complex Environmental Mixtures", In *ESR*, Vol. 15, pp. 22—27, Plenum Press, N. Y. & London, 1979.
- [24] Kolber, A. R. Ed., *In Vitro Toxicity Testing of Environmental Agents*, Part A & B, pp. 101—118, Plenum Press, N. Y. & London 1983.
- [25] Shelby, M. C., *Biological Monitoring for Environmental Effects*, Ed. D. L. Worf. pp. 185—189. Heath & Company, 1980.
- [26] Grant, W. et al., *Short-Term Test for Chemical Carcinogens*, Eds. H. F. Stich et al., p. 200, Springer Verlag, 1981.
- [27] Ehrenberg, L., *Chemical Mutagens*, Ed. A. Hollander. Vol. 4, pp. 365—382, Plenum Press, N. Y., 1971.
- [28] Nilan, R. A. et al., *ibid.*, pp. 143—170.
- [29] Nilan, R. A. et al., *EHP*, 127, 37(1978).

(收稿日期: 1988年5月12日)

• 环境信息 •

城市固体废物处理

城市垃圾产生量是随着一个国家和一座城市经济水平的增长而增长。在低收入国家的大城市如加尔各答、卡拉奇、雅加达,每人每天产生0.5—0.6公斤废物,而在中等收入国家的开罗、马尼拉、香港,垃圾产生量从0.5公斤至0.85公斤。在一百万人口的城市,每天将产生500—850吨的固体废物。

中等城市的固体废物处理也会成为严重问题。以摩洛哥为例, Marrakech 市每天收集的城市固体废物107吨,而卡萨布兰卡市则在936吨以上。但从总的说来,不论发达国家或不发达国家,小城市人均废物产生量原本就少,因其商业活动比大城市少之故。

处理固体废物不论城市规模大小都是一大笔开支,其费用随着城市规模递增,但也因所采用的处理方法而异。例如乱扔乱倒,实际上就无须市政花钱,充填洼地沟壑、露天堆放焚烧,花费也不大,但这样做会污染环境,有碍卫生。要每天填埋讲求卫生就

很花钱。顾及环境安全加以焚烧,这是处理城市固体废物的一种昂贵的方法。在发展中国家,每天掩埋并带有防渗措施的,每吨固体废物的处理要花费20—60美元,而焚烧则需150—200美元。

尽管城市固体废物的问题越来越突出,但处理的方法也在发展。有些固体废物可以再生回用。减少环境污染和用做能源的新技术不断在改进,其中废物回用的最主要方法有以下几种:(1)对有用的垃圾用手工或机械挑拣分类,回收无机物材料回用再生;(2)对黑色和有色金属、塑料、高分子聚合物进行加工,在制造业中回用;(3)回收蛋白、腐殖质、肥料用来饲养动物、施肥和水产养殖;(4)回收废水经处理用于污水灌田和水产养殖;(5)有些废物可用于填埋造地;(6)直接焚烧利用热能或用来产生生物能源(沼气)。

仲民摘译自 World Resources 1988—89, pp. 45—46. (1988).

(上接第87页)

国际理论与应用物理联合会 (International Union of Pure and Applied Physics, IUPAP);

国际药理学联合会 (International Union of Pharmacology, IUPHAR);

国际生理科学联合会 (International Union of Physiological Sciences, IUPS);

国际理论与应用力学联合会 (International Union of Theoretical and Applied Mechanics, IUTAM);

南极研究科学委员会 (Scientific Committee on Antarctic Research, SCAR)。

(本刊讯)