

Strieek (1920)曾应用醋酸、喹啉等物质刺激鲟鱼,以判断它的辨别力。Hidaka 及 Yokata 等人(1969)还应用电子生理学方法证明微量重金属在几秒钟之内就能破坏这种感受器的功能^[2]。从 1982 年以来,笔者着重观察味蕾在行为反应中作用,并获预期结果。

味蕾是鱼类专司外界化学物质刺激反应的重要器官之一,其分布甚广,遍及口腔、触须及体表等部位,它们分别由 VII、IX 及 X 对脑神经支配,故对水中重金属离子、氨基酸等许多物质具有很高的敏感性^[3]。如据 Hidaka (1984)报道,鲶鱼和鲟鱼的这种感受器还能侦测一种浓度低于 10^{-12} Mol 以下的氨基酸。因此,也可用作水污染生物监测的有效指标之一。

重金属对鱼类味蕾细胞的影响问题,本文实验结果表明,在一定的浓度范围内,它们是依浓度增加和时间延长而影响加大。例如鲫鱼的味蕾细胞在 0.1 mg/L 铜溶液中经 10 min 后有少数味蕾产生水肿,经 60min 后味

蕾受损加重,并出现空泡化;水中铜含量增至 2mg/L 时,仅过 10min 表皮及亚表皮细胞即开始收缩、产生空隙,味蕾细胞遭受破坏。

应当指出,由于重金属的种类不同,对鱼类味蕾细胞的影响也有很大差异。如 K. T. Vijayamadhavan 及 Tamotsu Iwai (1975)应用金鱼的实验结果表明,以汞的影响最大,水中 10^{-4} Mol 浓度汞,仅 3min 即可使味蕾细胞受到损害,其次是铜,在 10^{-4} Mol 浓度时经 3min 微受影响;再次为锌、铅^[2]。但本实验结果表明,其影响大小的顺序为:铜>锌>镉>铅。

主要参考文献

- [1] 姜礼燮,环境科学,6(3),1(1982).
- [2] Vijayamadhavan V. T. et al., *Bulletin of the Japanese society of Scientific Fisheries* 41(6), 631(1975).
- [3] Olsen K.H., *J. Fish Biol.*, 28, 255(1986).

(收稿日期:1988年3月13日)

藻类生物监测中测试参数对效应浓度的影响

何 林 华

(湖南省环境保护科学研究所)

藻类作为初级生产者对于水生生态系统的稳定和维持起着重要作用。藻类生物测试作为生物测试的一部分是水生态毒理学研究中必不可少的方法。为了确定废水排放的安全浓度和水体的营养状态及制订化学物质的安全浓度,许多有关国际组织和国家提出了藻类生物测试的标准方法。但仍然遇到许多方法学问题,有许多争议。目前普遍采用的方法获得的结果可比性很差,即使对于简单的化学物质应用相同的藻类,各实验室估算的 IC_{50} 值有时相差 1000 倍以上^[1]。产生这种

现象的主要原因之一是各研究者选择的测试参数不同。在藻类生物测试中研究者往往只用一个或两个反映生物量的参数来估算效应浓度,很少同时用多项参数进行测定,以比较所求效应浓度的差异,评价各参数的敏感性和可行性。R. Truhart 用五种不同的参数评价了 Cd 对小球藻的半抑制浓度^[2]。结果表明:用细胞密度所求的 IC_{50} 最低,而 O_2 求得的 IC_{50} 较高,两者相差近 2 倍。本实验将采用两种有机毒物和两种单细胞绿藻为材料,同时用细胞数、光密度、活体荧光、

Chla 含量、ATP 含量、干重为参数计算 IC_{50} 。比较各参数所求 IC_{50} 的差异,分析产生差异的原因,评价各参数的敏感性和应用的可行性。

一、实验材料和方法

(一) 待测化学物质

(1) 直链烷基苯磺酸钠 (LAS)。LAS 的含量为 64.22%, 平均分子量为 304.84。R 基碳原子为 10—13, 平均为 11.7。

(2) 五氯苯酚钠盐 (PCP-Na)。分子量为 306.43, 纯度为 98.0%。

以上两种化学物质都是水溶性的。用蒸馏水配成高浓度的母液于冰箱中短期保存、备用。

(二) 藻种的来源、纯化、保种及培养

从中科院水生所藻类研究室获得一支羊角月芽藻 (*Selenastrum capricornutum*) 斜面藻种。用平板划线法和稀释法作了纯化处理。普通小球藻 (*Chlorella pyrenoidosa* Chick) 是从水生所藻类毒性试验实验室直接获得的液体单种纯培养物。整个实验都用 OECD 推荐的藻类培养基^[3]。培养基用高压灭菌法灭菌。以后的操作都在无菌室进行。液体藻种每周转种一次, 使细胞常处于旺盛的对数生长期。

培养条件: 温度 $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$, 光照度 5400 lx, 16h 照光 8 h 黑暗的光暗制。整个试验都采用 250ml 三角瓶。

(三) 毒性试验

经过预备毒性试验确定适当的浓度范围, 正式毒性试验是根据以上确定的浓度范围设计五个浓度, 其中至少有一个浓度抑制生长的 50%。处理与对照均没有重复。接种后在标准培养条件下培养 96h。每天至少将每个三角瓶摇匀三次以防细胞沉淀。96h 后用不同的参数测定每个三角瓶中的生物量。

(四) 生物量的测定

(1) $O.D_{673}$: 用 751-G 型分光光度计, 1cm 光程比色杯测定。

(2) 活体荧光值: 用荧光计测定。

(3) 细胞数: 鲁哥氏液固定, 用血球计数板进行显微计数。

(4) 干重的测定: 离心法收集藻细胞, 用 15ppm 的 NaHCO_3 溶液洗涤两次。用称量法进行测定。

(5) Chla 含量: 离心法收集藻细胞, 15 ppm NaHCO_3 洗涤一次。100 $^{\circ}\text{C}$ 水浴中保持 1 min^[4]。加入 95% 的甲醇抽提 15min, 共抽提两次。合并两次的抽提液, 定容。用 751-G 型分光光度计测定。Chla 含量按下式计算 $\text{Chla}(\mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}) = 13.90 \cdot D_{663}^{[5]}$ 。

(6) ATP 的抽提和测定: 用膜过滤法收集细胞。微孔滤膜的孔径为 0.45 μ 。收集的细胞用 100 $^{\circ}\text{C}$ Tris-HCl 缓冲液 (0.02mol L^{-1} pH7.84) 抽提 3min, 冷却后定容。用己糖激酶法测定抽提液中的 ATP 含量。

(五) 效应浓度的计算

根据抑制百分率的机率单位与相应的浓度对数, 用直线回归法求浓度效应曲线、半抑制浓度 (IC_{50}) 及其 95% 置信区间、10% 抑制浓度 (IC_{10})。浓度效应曲线的表达式为: 机率单位 (r) = C , 作用浓度的对数 (X) + D 。

二、实验结果和讨论

实验结果见表 1—6。

表 2、4、6 清楚地表明: 不同的参数估算的 IC 值相差很大, 有时相差近 3 倍。产生这种现象的主要原因是各参数的生物学意义和敏感性不同。下面对各参数分别进行讨论。

1. 细胞数 (cell number)

是藻类生物测试中应用最多的参数。本实验结果表明, 细胞数为参数所求的 IC_{50} 最小。所以, 在藻类生物测试中, 细胞数是最敏感的指标。同时也具有明显的生物学和生态。

表 1 多项参数测定不同浓度下的 LAS 对小球藻 (*Chlorella pyrenoidosa*)
生长抑制的结果

测定值 LAS 浓度 (ppm)	参数体系	活体荧光值	O. D ₆₇₈	细胞数 (cells · ml ⁻¹)	Chla 含量 (ug · ml ⁻¹)	干 重 (ug · ml ⁻¹)
对 照		595	0.462	1.46 × 10 ⁷	1.7236	62.5
5.12		330	0.307	7.00 × 10 ⁶	1.3873	57.0
7.68		266	0.206	5.40 × 10 ⁶	1.1746	50.0
10.24		122	0.130	1.24 × 10 ⁶	0.6603	45.0
14.72		58	0.090		0.4622	

表 2 多项参数计算 LAS 对小球藻 (*Chlorella pyrenoidosa*) 生长抑制的结果

计算结果 参数体系	浓度效应曲线	相关系数	IC ₅₀ (ppm)	IC ₅₀ 的 95% 置信区间	IC ₁₀ (ppm)	方差分析
活体荧光	$Y = 3.4986x + 2.2313$	0.9712	6.10	5.38—7.11	2.60	$P < 0.01$
O. D ₆₇₈	$Y = 3.1947x + 2.1820$	0.9471	7.02	6.55—8.86	3.02	$P < 0.01$
细胞数	$Y = 5.1785x + 1.0931$	0.9034	5.68	4.34—7.44	3.32	$P < 0.01$
Chla 含量	$Y = 3.6527x + 1.4475$	0.9733	9.59	8.46—10.41	4.10	$P < 0.01$

注: 以干重为参数计算的 IC₅₀ > 10.24ppm.

表 3 多项参数测定不同浓度下的 LAS 对月芽藻 (*Selenastrum capricornutum*)
生长抑制的结果

测定值 LAS 浓度 (ppm)	参数体系	活体荧光值	O. D ₆₇₈	细胞数 (cells · ml ⁻¹)	Chla 含量 (μg · ml ⁻¹)	ATP 含量 (μg · ml ⁻¹)	干 重 (μg · ml ⁻¹)
对 照		505	0.347	4.51 × 10 ⁵	1.0869	0.2997	50.6
6.4		520	0.320	3.15 × 10 ⁵	1.0490	—	51.0
12.8		515	0.264	1.89 × 10 ⁵	0.7750	0.2213	52.3
25.6		323	0.212	1.35 × 10 ⁵	0.5443	0.2078	41.5
38.4		80	0.163	7.0 × 10 ⁴	0.1590	0.1641	35.5
51.2		65	0.125	5.5 × 10 ⁴	0.1590	0.0735	25.6

表 4 多项参数计算 LAS 对月芽藻 (*Selenastrum capricornutum*)
生长抑制的结果

计算结果 参数体系	浓度效应曲线	相关系数	IC ₅₀ (ppm)	IC ₅₀ 的 95% 置信区间	IC ₁₀ (ppm)	方差分析
活体荧光	$Y = 5.8902x - 3.6467$	0.9354	29.22	23.66—36.07	17.70	$P < 0.01$
O. D ₆₇₈	$Y = 1.7743x + 2.2874$	0.9930	33.79	31.38—36.39	6.38	$P < 0.01$
细胞数	$Y = 1.9094x + 2.9494$	0.9769	11.86	9.91—14.19	2.53	$P < 0.01$
Chla 含量	$Y = 3.6613x + 0.1508$	0.9402	21.11	16.16—27.57	9.46	$P < 0.01$
ATP 含量	$Y = 2.5479x + 1.4423$	0.8721	32.61	24.06—44.20	10.24	$P < 0.01$

注: 以干重为参数估算的 IC₅₀ > 51.2ppm.

表 5 多项参数测定不同浓度下 PCP 对月芽藻 (*Selenastrum capricornutum*)
生长抑制的结果

测定值 PCP 浓度 (ppm)	参数体系 活体荧光值	O. D ₆₇₈	细胞数 (cells · ml ⁻¹)	Chla 含量 (ug · ml ⁻¹)	ATP 含量 (ug · ml ⁻¹)	干 重 (ug · ml ⁻¹)
对照	398	0.320	4.30 × 10 ⁶	1.0225	0.2666	48.0
0.1	380	0.313	3.73 × 10 ⁶	1.0078	—	52.5
0.3	310	0.284	3.15 × 10 ⁶	0.8023	0.4181	57.5
0.5	283	0.265	2.89 × 10 ⁶	0.6881	0.1481	50.0
0.8	295	0.196	1.68 × 10 ⁶	0.4553	0.1381	35.0
1.0	235	0.161	1.03 × 10 ⁶	0.3302	0.1172	24.5

表 6 多项参数计算 PCP 对月芽藻 (*Selenastrum capricortum*)
生长抑制的结果

计算结果 参数体系	浓度效应曲线	相关系数	IC ₅₀ (ppm)	IC ₅₀ 的 95% 置信区间	IC ₁₀ (ppm)	方差分析
活体荧光	$Y = 1.2865x + 4.8230$	0.9009	1.37	0.69—2.74	0.14	$P > 0.05$
O. D ₆₇₈	$Y = 2.2623x + 4.9934$	0.9614	1.01	0.81—1.25	0.27	$P < 0.01$
细胞数	$Y = 2.0177x + 5.5362$	0.9221	0.54	0.40—0.74	0.13	$P < 0.01$
Chla 含量	$Y = 2.4241x + 5.4344$	0.9791	0.66	0.59—0.74	0.20	$P < 0.01$
ATP 含量	$Y = 1.5569x + 5.1951$	0.8964	0.75	0.60—0.93	0.11	$P < 0.05$

注：以干重为参数估算的 IC₅₀ ≥ 1.0 ppm.

学意义，直观综合地反映了毒物对藻细胞生长和分裂(孢子形成)的抑制，对藻类种群密度的抑制。细胞数用显微细胞计数法测定，尽管这种方法耗时、繁琐，但是设备简单，容易操作，结果稳定可靠。目前，一般的显微计数不能区分死活细胞，给效应浓度的计算带来了误差，如果将能区分死活细胞的荧光显微术或细胞化学方法引于藻类生物测试是很有意义的^[6]。

2. 光密度 (optical density)

由于光密度的测定简便，同时在正常条件下光密度与细胞数有一定的数量关系。许多研究者和组织用光密度测定代替细胞计数。在本实验中，以 O. D₆₇₈ 为参数求得的 IC₅₀ 比以细胞数求得的高 2—3 倍。这是由于光密度测定受细胞残体的干扰，而且与细

胞的形态和生理状态有关。在藻类生物测试中随着毒物或废水浓度的变化，细胞残体、细胞形态和生理状态发生变化，导致光密度与细胞数不是呈线性关系。因此，在藻类生物测试中，用光密度测定代替细胞计数是不恰当的。光密度测定法快速、简便，可用于预备毒性试验或较粗的筛选试验。

3. 活体荧光 (in-vivofluore scence)

活体细胞中的和抽提的 chla 都具有荧光特性。直接测定活细胞中的荧光强度叫做活体荧光。但是活体荧光值并不是准确地与 chla 成正比，许多因素可以影响荧光值，如生理状态、叶绿体的结构和非生命颗粒。本实验结果表明，以活体荧光为参数计算的 IC₅₀ 与 chla 为参数计算的 IC₅₀ 相差很大，而且一般前者较高。这可能是因为有毒物质导

致藻细胞的生理状态和叶绿体的超微结构变化,而在不同的作用浓度下这种变化有区别。当 LAS 为 12.8ppm 时,与对照相比,细胞数下降了 52%,chl_a 下降了 28%,但活体荧光仍高于对照。在研究 LAS 对小球藻和 PCP 对月芽藻的毒性作用时(表 1.5)发现,随着作用浓度的升高,活体荧光值下降很有规律,而且求得的 IC₅₀ 与 O. D₆₇₃ 求得的 IC₅₀ 很接近。尽管许多标准方法推荐用活体荧光为测试参数或代替细胞计数,但是它是不是最佳的测试参数,还值得进一步探讨。活体荧光值的测定快速、简便,目前我国使用尚不普遍。

4. 干重 (dry weight)

以干重为指标计算的 IC₅₀ 值最大。有时是以细胞数计算的 IC₅₀ 的 4 倍以上。显然干重是最不敏感的指标。这可能有如下原因:(1) 细胞分裂受到强烈的抑制,细胞数明显地低于对照,而光合作用和有机物质的积累所受的抑制相对较小。(2) 干重测定法包括了培养物中所有的颗粒,这时死细胞碎片明显地影响干重的测定。以到减小了处理与对照间的差别。(3) 对于低密度的培养物,干重的测定误差颇大。在所述的第一种情况下,细胞分裂和生长“解偶联”(uncoupling)导致细胞体积超出正常体积的许多倍,积累了更多的有机物。本研究中也经常观察到这种现象。但是细胞体积的增大是有限度的。当藻类受到恒定浓度的毒物作用时,如果细胞分裂受到抑制,细胞不可能无限度地增大,最终会破裂死亡。因此,短期的静态试验,如果用干重为指标,往往导致效应浓度的估算偏高。干重测定法极其繁琐、费时、误差较大,且当天不能获得结果。

5. Chl_a 含量

以 Chl_a 含量为参数求得的 IC₅₀ 尽管大于细胞数求得的 IC₅₀,但小于其它参数求得的 IC₅₀,显然 chl_a 含量是一个比较敏感的参数。Chl_a 普遍存在于藻类植物中,在能量

的接收、传递和转换中起重要作用。因此,在藻类生物测试中以 chl_a 为参数可以判断有毒物质对藻类有机合成和能量转换系统的毒性作用。Chl_a 容易抽提和测定,费时少,并且排除了非生命物质的干扰,因此较准确。

6. ATP 含量

ATP 是细胞中能量代谢的中转站。几乎所有的生命活动都需要 ATP 参加。因此,ATP 含量能反映细胞的生理和代谢状态。ATP 作为最佳活性生物量指标有如下优点:(1) 在正常条件下是稳定的,并且与经典的参数如干重、有机碳成正比;(2) 细胞一旦死亡,ATP 迅速分解,因此测定不受非生命物质的干扰;(3) ATP 易于抽提,具有高度灵敏和专一的分析方法。这些优越性也有利于将 ATP 用作藻类生物测试的参数。当 PCP-Na 为 0.3ppm 时,其干重和 ATP 含量都高于对照,这说明 0.3ppm 的 PCP-Na 刺激藻类生长。但当 PCP-Na 为 0.55ppm 时,干重比对照高 10%,而 ATP 含量只有对照的 56%。显然,ATP 含量反映了活性生物量,而干重的测定没有排除非生命颗粒的干扰。ATP 为参数求得的 IC₅₀ 较干重、活体荧光、O. D₆₇₃ 为参数求得的 IC₅₀ 小,而大于以细胞数、Chl_a 含量为参数求得的 IC₅₀。在整个实验中,LAS 和 PCP 对细胞分裂抑制较强烈,相对来说,对 ATP 的合成影响较小。

一些研究表明:藻类中的 ATP 含量会对营养饥饿、pH 的变化和重金属离子的胁迫作出迅速反应。因此 ATP 作为藻类生物测试的参数是可行的,有许多优越性。但是几乎所有的标准方法中都尚未推荐用 ATP 作为藻类生物测试的参数,这个问题有待于深入的研究。

三、结 论

在藻类生物测试中,测试参数显著地影响 IC₅₀ 和 IC₁₀。以细胞数求得的 IC₅₀ 最小,是最敏感的参数。以干重求得的 IC₅₀ 最

大。我们认为用光密度和活体荧光的测定代替细胞计数是不恰当的。Chla 含量是较敏感的指标。ATP 库能迅速地对各种胁迫作出反应。因为 ATP 的测定排除了非生命颗粒的干扰,因此,ATP 作参数估算的 IC_{50} 更精确。ATP 是较理想的测试参数,应用前景广阔。

参 考 文 献

- [1] Hanstveit, A. O., *Evaluation of the Third ISO Interlaboratory study with Algal Toxicity Test*, ISO/

- TC 147/SC 5/WG5., Nederlands Normalisatie-Institute, Delf., The Netherlands, 1982.
[2] Truhaut, R. et al., *Ecotoxicol. & Environ. Saf.*, 4, 215—213 (1980).
[3] OECD, *Guideline for Testing of Chemicals*, Section 22, Effect on Biotic System, Testzol "Alga, Growth Inhibition Test", 1981.
[4] Kenneth, H. G. et al., *Environ. Pollut. (Series A)*, 25, 271—290 (1981).
[5] Talling, J. F. and Driver, *Marine and Freshwater Hawaii*, U. S. Atomic Energy Comm. TLD-7633, pp. 142—146 (1962).
[6] Trevors, J. T. et al., *Water, Air, and Soil Pollution*, 19, 361—367 (1983).

(收稿日期: 1987 年 11 月 4 日)

• 环境信息 •

重金属对土壤的污染不容忽视

最近,有人在讨论如何恢复受到工业三废污染的土壤,以便继续进行耕作的对策。当然,对污染程度较轻的广大农村地区,应当考虑污染土壤的治理和利用问题,但是要从根本上防止含有锌、镉、铜、镍、铬和铅的废水废渣的危害,则必须从控制污染源着手。

土壤中的重金属并不随农作物的收获而被移去,也不会从地表的中性土壤渗漏下去。20 年的耕种与收获,只能减少大约 0.5% 的蓄积量,因此,这些重金属一旦进入土壤,就可能在那里存留几千年。以铜为例,除了极高浓度之外,土壤中的铜基本不被植物吸收,因为多数植物表面含有真菌,可防止铜的进入。但是其它的重金属却不是这样。土壤中的镉可以很容易被植物摄取,从而进入到整个食物链中。到目前为止,还没有证据表明植物表面的真菌层可

以阻止镉的吸收。事实上,真菌感染农作物后,重金属的吸收反而增加。

有实验证明,重金属可完全抑制土壤中的共生固氮过程,使三叶草的产量减少 40%。这是因为高浓度的金属引起共生质粒的丢失,导致植物丧失根瘤结的能力。重金属的污染还可使土壤中微生物的总量成倍地降低,阻碍植物的生长和固氮作用。

重金属对土壤的持续污染,将导致严重的后果。例如,正常数量的微生物种群的生态平衡遭到破坏,会扰乱生物的固氮和营养素的循环,使植物的生存受到威胁。这将直接减少可供使用的农业耕地面积。因此,如何控制工业三废中重金属的扩散污染,是目前保护土壤环境的当务之急。

童 建摘译自 *Nature*, 335 (6192), 676 (1988)。

(上接第 19 页)

pH 使之保持中性或微碱性,有利于反硝化作用的持续进行。反硝化作用的最佳温度以 25—30℃ 为宜;

3. 在一定时间和含水量的范围内,由反硝化形成的产物 N_2O 的含量与时间呈对数相关。一般在 3 到 9 天内反硝化速度增加较快,之后渐趋平缓;

4. 用乙炔作禁阻剂,利用气相色谱技术定量研究反硝化作用,方法可靠,规律性明显,值得推荐。

参 考 文 献

- [1] Avnimelech, Y. et al., 地理环境污染与保护译文集,第五集, pp. 81. 科学技术文献出版社, 1979.
[2] Frucis, C. W. et al., *J. Environ. Qual.*, 4, (2), 153 (1975).
[3] Payne, W. J., *Denitrification*, chapter 13, chapter 8, John & Sons Inc., 1981.
[4] Hoillis, O. L., *Anal. Chem.*, 38 (2), 309 (1966).
[5] N. 沃尔克编(南京土壤研究所微生物室译),土壤微生物学,第一章,科学出版社,1981 年

(收稿日期: 1987 年 2 月 14 日)

Transport and Transformation of Some Heavy Metals in Soil and Research of Their Adsorption Mechanism

Yang Chongjie (Department of Environmental Engineering, Tsinghua University, Beijing)

Transport and transformation of Pb, Hg, Cd, As and Cr in soil and their adsorption mechanism researched by using scanning electron microscope and electron energy spectrometer is presented in this paper. The results show that the speciation and valence states of the five metals and their distribution in soil are different. The adsorption rates and stability are orderly as follows: Pb Hg Cd As Cr. The mechanism observed in the experiments is that Pb and Hg are adsorbed chemically, Cd physicochemically, and As and Cr physically in majority. (See pp. 2—8)

Influence of Different Conditions upon Denitrification in Soil

Jiang Te'ai, Tang Yida et al. (Dept of Geography, Peking University, Beijing)

The purpose of this paper is to study the influence of denitrification in soil under different conditions, which include anaerobic intensity, pH value, organic matter contents and temperature. Data obtained show that velocity of denitrification is logarithmically proportional to time. Adjusting pH values and constantly supplying organic matter will keep continuity of denitrification. N_2O , the product of denitrification, is quantified by using gas-chromatography and ethyne is used as an inhibitor. The results of the experiment describe the regularity of denitrification mechanism in soil. (See pp. 13—19)

Experimental Study of Integrated Treatment of Nitrobenzene Solution by Activated Carbon Absorption with γ -Irradiation

Liu Xiaosha and Yang Jingtian (Institute of Nuclear Energy, Tsinghua University, Beijing)

The principal purpose of this paper is to describe degradative effect of nitrobenzene solution by using γ -irradiation with activated carbon. The static experimental results showed that decomposition of nitrobenzene was related to the dose rate as well as initial concentration and pH value of the solution. At same absorbed dose, lower dose rate, higher initial concentration and pH 7.7 of the solution could obtain higher degradative effect of nitrobenzene. The results of dynamic treatment of γ -irradiation with activated carbon absorption of nitrobenzene were much better than irradiation of absorption alone. (See pp. 20—22)

A Preliminary Study of Characteristics of Oil Adsorbed on Sediment in the Minjiang Estuary

Wang Hong and Ye Changming (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Academia Sinica, Beijing); *Li Jie* (Fuzhou Environmental Monitoring Station, Fujian Province)

The adsorbent characteristics of oil, a hydrophobic stickum, on sediment in the Minjiang Estuary have been presented in this paper. It was investigated that adsorbent process of oil particulates existed in non-molecular state, that herein conformed to Freundlich isotherm equation. The correlation coefficient is more than 0.980. The kinetic and thermodynamic characteristics and silt effect almost accorded with general adsorbent process. (See pp. 23—26)

An Experimental Study on Fluoride Pollution of Ground Water Caused by Coal Ashes

Huang Caihai and Yang Lijuan (Shaanxi Provincial Institute of Environmental Protection, Xi'an)

Fluorides in coal ashes dumped outside of a coal-fired power station may contaminate ground water in process of leaching by rainfall. This paper presents an experiment of leaching by simulated rainfall under different conditions of pH and temperatures. The results showed that fluoride concentration in leaching liquid was higher than 3 mg/L, thus it would contaminate ground water at shallow level. Disolubility of fluorides from coal ashes was higher in summer season and in pH 4. (See pp. 26—29)

Influence of Parameters on Inhibitory Concentration in Algae Bioassay

He Linhua (Hunan Provincial Institute of Environmental Protection, Changsha)

Two species of unicellular green algae inhibited by two organic toxicants with six bioassay parameters were studied in the experiment. The biological implication of each selected parameter, sensitivity to the toxicants and reliability for practice have been discussed in the paper. (See pp. 32—37)

Organic Vapour Abatement with Catalytic Bed Heated by Far-Infrared Radiation

Xu Kangju et al. (Department of Environmental Engineering, Tsinghua University); *Gu Qishun* (Research