

加。

5. 麸皮中 ¹³⁴Cs 的比活度是面粉中的 1.7 倍左右,而麸皮中 ¹³⁴Cs 的活度只占麦粒总活度的 37.3%,面粉占 62.7%。

6. ¹³⁴Cs 在土壤中的移动很小,主要集中在 0—3cm 的表土层中,其活度占土壤总活度的 90.4%。

7. ¹³⁴Cs 在土壤-小麦中的分配,小麦中只占施入 ¹³⁴Cs 总活度的 2.1%,而土壤中占 97.9%。

8. 小麦各部位对土壤中 ¹³⁴Cs 的富集能力不同,根>麦秆>麦粒>麦芒,全株的 K 值为 1.75。

参 考 文 献

[1] 裴同才,农业环境保护,7,14(1988).
 [2] 朱永懿,原子能农业应用,2,44(1985).
 [3] 李特特,原子能农业应用,1,46(1981).
 [4] Romney, E. M. et al., *Soil Sci.*, **83**,369(1957).
 [5] 郑成法,核辐射测量,第 56 页,原子能出版社,1979 年.
 [6] 库兹涅佐夫著,蔡著先译,水质放射性污染净化原理,第 278 页,中国建筑工业出版社,1980 年.
 [7] Miller, et al., *The leaching of radiostrontium and radiocesium throughout soils*, pp. 141, *Soil Sci. Society Proceedings*, 1963.
 [8] Schulz, R. K., *Soil Sci.*, **89**, 16 (1960).

(收稿日期: 1990 年 1 月 17 日)

狗尿中 1-羟基芘鉴定和排出规律*

赵振华 全文熠 田德海

(北京市环境保护科学研究所)

摘要 经高压液相色谱分离, 荧光光谱法鉴定, 狗肌肉注射后尿中的代谢产物为 1-羟基芘。分别给狗 1、2、5 μmol/kg 芘后, 尿中排出的 1-羟基芘均以第 24--48h 期间最高; 尿中排出的 1-羟基芘约占注入芘的 0.05% 左右。

关键词: 狗;尿;1-羟基芘。

多环芳烃类化合物 (PAH) 是环境致癌物中的一类重要的污染物, 芘是大气、水和食物的 PAH 中的一个主要化合物, 在环境 PAH 混合物中都能找到芘的存在^[1]。PAH 的代谢物可以用作机体吸收环境中 PAH 的指示物, 1-羟基芘是芘的一个主要代谢产物, 已在猪^[2]、大白鼠和兔子的实验^[3]以及用人肝微粒体和芘的体外试验^[4]中得到证实。最近的报告指出, 用测定人尿中的 1-羟基芘来评价人体接触环境中的 PAH 可能是一个很有实用价值的生物监测方法^[5-9]。为了进一步深入研究这一课题, 掌握合适的收取尿样时间和探讨摄入与排出的关系, 我们对狗肌注射芘后尿中排出的代谢产物进行了鉴定, 并观

察了尿中 1-羟基芘的排泄情况。

一、材料与方 法

1. 仪器和试剂

日立 638-50 型高压液相色谱仪, 650-10 LC 型荧光检测器用于反相液相色谱分析。日立 MPF-4 型荧光分光光度计用于荧光光谱的扫描测定。SEP-PAK C18 预处理柱为 Water 公司产品。

1-羟基芘由实验室合成, 经元素分析, 红外光谱测定、GC/MS 和 HPLC 鉴定为色谱纯。芘为分析纯, 北京化工厂产品, β-葡萄糖

* 国家自然科学基金资助项目, 并得到北京市环保局
的资助。

苷酸酶 H-1 型为美国 Sigma 公司产品, 甲醇为江苏吴径化工厂 HPLC 试剂。

2. 动物实验

两只经实验室驯化的雄性狗, 体重分别为 17.5kg 和 15.5kg, 苈溶于油酸乙酯中制成注射剂 ($30\mu\text{mol/ml}$), 肌肉注射, 每只狗分别注射三种剂量, 依次为 $1\mu\text{mol/kg}$ 体重、 $2\mu\text{mol/kg}$ 体重和 $5\mu\text{mol/kg}$ 体重, 每次注射的间隔时间为三天, 注射前一天开始收集动物的全部尿样, 共收集十一天尿样, 记录取样时间和尿量, 进行尿中 1-羟基苈的测定。

3. 尿中代谢产物的分析

每次取 10ml 尿样, 按我们已报道的方法^[3]在 pH 为 5 的缓冲溶液中用 β -葡萄糖苷酸酶水解, 水解液经 SEP-PAK 柱富集分离, 用甲醇洗脱后浓缩定容, 用反相 HPLC 分离分析。ODS-Silx-I 反相色谱柱 ($0.26 \times 25\text{ cm}$), 室温下梯度淋洗, 流动相 A 为 60% 水与 40% 甲醇的混合液, 流动相 B 为 100% 甲醇, 前 5min 90%A, 至 10min 时改变为 90%B, 再保持 15min, 流量为 0.6 ml/min , 进

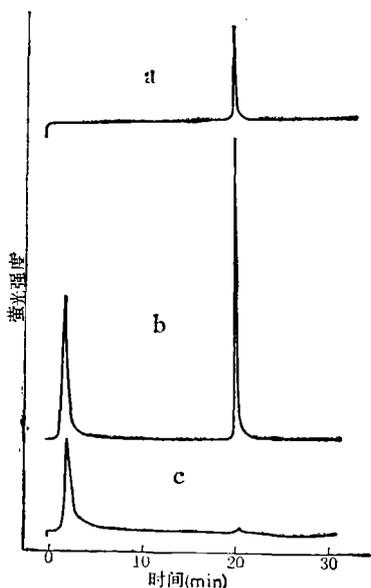


图 1 狗肌肉注射苈 ($2\mu\text{mol/kg}$ 体重) 后尿样的 HPLC 色谱图
a. 1-OH-苈标样; b. 尿样经酶水解;
c. 尿样不加酶水解

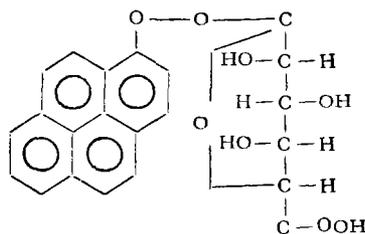
样量 $30\mu\text{l}$ 。

二、实验结果

1. 尿中 1-羟基苈的鉴定

尿样经酶水解后的高压液相色谱图显示只有一个主要的色谱峰, 其保留时间与 1-羟基苈的保留时间相同, 而未经酶水解的尿样则无显著的色谱峰出现, 结果如图 1 所示。

这一结果说明尿中游离的 1-羟基苈需经葡萄糖苷酸酶水解后才能产生, 因此尿中的 1-羟基苈是以 β -葡萄糖苷酸酯的结合形式存在:



收集样品的 HPLC 色谱峰的流出液, 用荧光分光光度计测定它的激发光谱与发射光谱, 并与 1-羟基苈标准样品的激发光谱与发射光谱对比, 结果样品与标样的荧光图谱完全一致 (图 2), 说明样品中的色谱峰确系 1-羟基苈。用 10ml 尿样测定时未检出苈 (苈的检测限为 0.77 ng)。

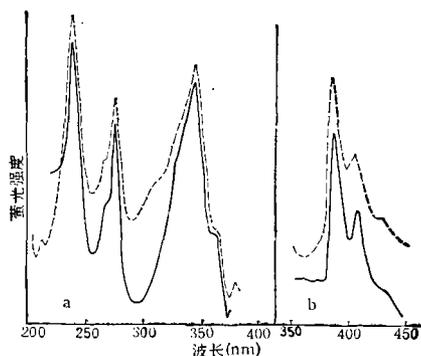


图 2 HPLC 色谱峰流出液的荧光图谱
a 激发光谱, $\lambda_{em}: 388\text{ nm}$ b 发射光谱
 $\lambda_{ex}: 345\text{ nm}$ 虚线为标样, 实线为样品

2. 动物注射苈后尿中 1-羟基苈的排泄规律

狗肌肉注射微量花后,尿中 1-羟基芪的排出量随时间的推移而逐渐增加,至第 24—48h 时达到高峰;随着给予动物芪的剂量的增加,尿中 1-羟基芪的排出量也增加。

图 3 为动物注入芪后尿中 1-羟基芪浓度随时间的变化;图 4 为注入不同剂量的芪后尿中 1-羟基芪的排出量。

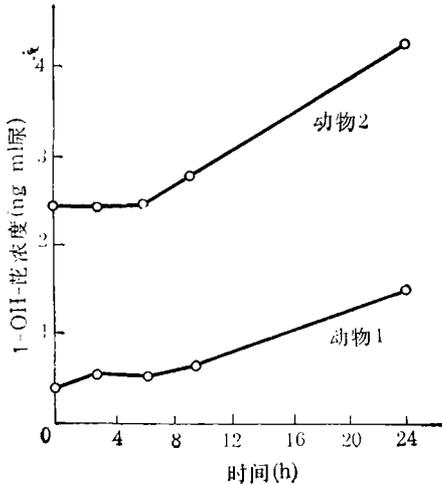


图 3 狗肌注 5 $\mu\text{mol/kg}$ 体重芪后 24h 内尿中 1-羟基芪的浓度变化

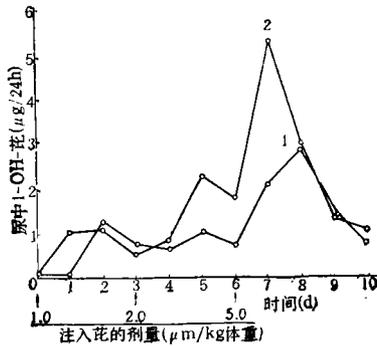


图 4 狗肌注不同剂量芪 10d 内尿中 1-羟基芪的排出量
1. I 号狗, 2. II 号狗
箭头表示给药时间

由图中的结果可以看出,尽管狗之间的个体差异较大,但尿中 1-羟基芪的排出规律是基本相同的。狗肌肉注射芪后尿中的 1-羟基芪从第 3h 开始逐渐有所增加,第 6h 开

始迅速增加,第 24—48h 达到高峰。

两只狗分别用三种剂量的芪进行实验,根据尿中 1-羟基芪的含量和排出的尿量计算,结果证明给药后尿中 1-羟基芪的排出量主要集中在第 24h 和第 48h 间;尿中 1-羟基芪的排出量随着注入狗芪的剂量的增加而增加,尿中排出的 1-羟基芪占注入芪的百分数是很低的, I 号狗为 0.04% 左右, II 号狗为 0.06% 左右,结果列于表 1 中。

表 1 给狗芪后尿中 1-羟基芪的排出量

狗(号)	注入狗的芪		尿中排出的 1-羟基芪	
	剂量 ($\mu\text{mol/kg}$ 体重)	总量 (μmol)	排出量 ($\times 10^{-2}$ μmol)	排出率* ($\times 10^{-2}\%$)
I	1	17.5	0.94	5.4
	2	35.0	1.14	3.3
	5	87.5	2.98	3.4
合计	8	140	5.06	3.6
II	1	15.5	1.19	7.7
	2	31.0	2.29	7.4
	5	77.5	4.51	5.8
合计	8	124	7.99	6.4

* 排出的 1-OH-芪占注入芪的百分数。

三、讨 论

本报告用自身对照实验证明,给狗肌肉注射芪后,尿中的代谢产物为 1-羟基芪,未检出其它形式的代谢产物;尿中 1-羟基芪的排出量随着给予狗芪的剂量的增大而增加,说明 1-羟基芪是动物摄入芪后尿中最主要的代谢产物,因而可利用它定量反映机体摄入芪的情况。根据文献资料^[10]大白鼠口服芪后尿中排出的 1-羟基芪以第 24h 为最高,第 72h 即恢复到给药前的水平。给予大白鼠 500 μg 芪后尿中排出的 1-羟基芪约为 10 μg 左右,按克分子计算,排出的 1-羟基芪为给予大白鼠芪的 1.85% 远较狗的排出率 (0.04—0.06%) 高。其原因可能是大白鼠的代谢速率较狗快,啮齿动物和狗的代谢速率

是不同的,而狗则更接近于人。我们曾对焦炉工进行了观察,测定他们周末下班时、下班后、再次上班前和下班时尿中 1-羟基芘的量,结果显示焦炉工尿中的 1-羟基芘可能反映了他们 32h 前的接触情况(见图 5),对人接触芘后尿中 1-羟基芘的排泄规律我们正进行进一步的实验。

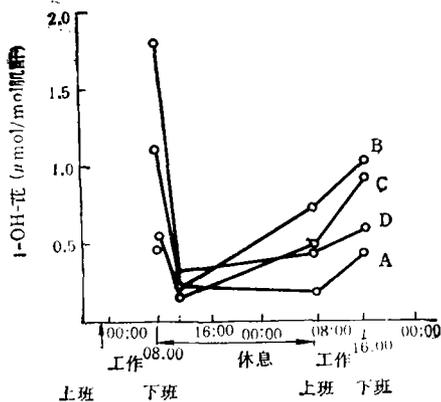


图 5 焦炉工尿中 1-羟基芘的动态变化

从文献和本实验的结果都证明,不论是啮齿类动物、猪还是狗,尿中的 1-羟基芘是动物摄入芘后最主要的代谢产物;用人肝微粒体和芘的试管试验也未检出芘的其它代谢产物,而能显著看到 1-羟基芘的出现;用人肝制备的 S₉ 和 Ames 的致突变实验的方法说明:在煤焦油中前致突变剂的活化作用中,

1-羟基芘可以做为一个好的指示物^[4]。我们的工作也发现不同城市居民尿中的 1-羟基芘与所在城市大气颗粒物的致突变活性有较好的正相关*。尿中 1-羟基芘的测定方法较其它方法更加灵敏、特异^[7],作为评价人体接触 PAH 的一个指标,是很有前途的方法。

参 考 文 献

- [1] International agency for research on cancer polynuclear aromatic compounds: part 1. *environmental and experimental data* (IARC Monograph Vol. 32). Lyon (1983).
- [2] Keimig S. D. et al., *Xenobionica*, **13**, 415—420 (1983).
- [3] Boyland E. and Sims P., *Biochem. J.*, **90**, 391—398 (1964).
- [4] Jongeneelen F. J. et al., *Mut. Res.*, **204**, 195—201 (1988).
- [5] 赵振华等,环境科学学报, **8**(4), 436—445 (1988).
- [6] Jongeneelen F. J. et al., *Ann. Occup. Hyg.*, **32**(1), 35—43 (1988).
- [7] Clontero E. et al., *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, **61**, 363—368 (1989).
- [8] Zhenhua Zhao, et al., *The Sci. of the Total Environ.*, **92**, 145—154, (1990).
- [9] 赵振华等,环境科学, **11**(2), 9 (1990).
- [10] Jongeneelen F. J. et al., *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, **57**, 47—55, (1985).

(收稿日期: 1990年 5 月 30 日)

* 赵振华等,环境化学,待发表。

从 Zn/Cd 值研究北京地区土壤中镉的富集与淋失

徐 谦

(北京环境监测中心)

摘要 本文利用土壤中 Zn/Cd 值的变化探讨了北京地区表层土壤中镉的富集、淋失分异状况及其原因。北京地区土壤中 Zn/Cd 值变化幅度较大,反映出镉在土壤中相对富集与淋失的差异较大,在平原潮土区镉明显富集,可能与碳酸盐含量和土壤质地有关;在山前平原褐土区则相对淋失,这可能与成土母质和成土过程有关。

关键词: 北京地区;土壤; Zn/Cd 值。

Economic Principles of Management for Controlling Total Amount of Pollutants Discharged to Water.

Zhang Tianzhu (Department of Environmental Engineering, Tsinghua University, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(6), 1990, pp. 2—6.

Through analyzing the externality concept and developing the optimal/second optimal management models for pollutants discharged to water vs. environmental quality, this paper discusses two economic principles of the management system on controlling total amount of pollutants, the meanings and the relation of two managerial goals, i.e. equity and efficiency. Equity as a goal is a requirement for reasonably running the national economical management system which is an external constraint of total amount control for water pollutants discharged.

Key Words: economic principles of management, total amount of pollutants, water.

Separation and Speciation of Selenium in the East Lake Water, Wuhan.

Lu Kiaohua, Du Wentao, Shi Wenzhao (Huazhong University of Science and Technology, Wuhan): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(6), 1990, pp. 7—10.

Trace selenium in natural water of the East Lake was separated into suspended particle and soluble, colloid and non-colloid, ionic and non-ionic species by means of 0.45 μm filter membrane, activated carbon and anion exchange resin. Then the water samples were determined. The results showed that soluble ionic selenium was the dominant species, which amounted to about 70 per cent of total selenium in water, and four-valence selenium was prevailing.

Key Words: selenium, speciation analysis, natural water.

Study on Absorption of ¹³⁴Cs in Wheat.

Chen Chuanqun, Xu Yinliang, Sun Zhiming (Institute of Nuclear Agronomy, Zhejiang Agricultural University, Hangzhou): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(6), 1990, pp. 10—14.

The roots of wheat can absorb ¹³⁴Cs from irrigating water. The specific activity of ¹³⁴Cs in the roots is the highest, in grains the lowest, and that in bran is higher than in flour. Absorption capacity of ¹³⁴Cs by wheat varies with different kinds of soil. The order of absorption capacity is as follows: farinose clay > clay loam > sandy loam. In addition, the absorption capacity of ¹³⁴Cs in soils is different in soil texture, pH and organic matter; absorption amount of it varies with irrigating time,

the closer to maturity stage, the more amount of ¹³⁴Cs in wheat. Its migration in soil is very slow because there is 90.4% of ¹³⁴Cs concentrated in surface soil (0—3 cm). The ratio of ¹³⁴Cs in wheat and in soil is 2.1% to 97.9%.

Key Words: cesium-134, wheat, soil, irrigating water.

Identification of 1-Hydroxypyrene and Its Excretion in Dog Urine after Pyrene Injection

Zhao Zhenhua, Quan Wenyi, Tian Deha. (Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(6), 1990, pp. 14—17

With High Performance Liquid Chromatograph and fluorospectrometry, 1-hydroxypyrene is identified as a major metabolite of pyrene in the dog urine after intramuscular injection of pyrene. As three successive doses of 1, 2 and 5 μmol/kg. wt pyrene were injected into the dogs, 1-hydroxypyrene in urinary excretion reached to peak levels within 24—48 hours. The amounts of excreted 1-hydroxypyrene were accounted for about 0.05% of the injected pyrene.

Key Words: identification of 1-hydroxypyrene, pyrene, dog urine.

The Enrichment of Cadmium and Its Leaching Loss in Soils of Beijing Area with a View to the Relationship between Zn and Cd.

Xu Qian (Beijing Municipal Environmental Monitoring Center). *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(6), 1990, pp. 17—21

In this article, the author intends to discuss the variations of enrichment and leaching loss in surface soils of Beijing area and the causes of these variations with a view to the relation of Zn/Cd values in soils. The range of Zn/Cd is so wide that it can reflect the difference in relative enrichment and leaching loss of Cd in soils. The relative enrichment of Cd in moisture soil is apparent in plain area, while the relative leaching loss of Cd in drab soil is obvious in the plain in front of the mountains. The reasons why the variations exist have been explored in this article.

Key Words: enrichment of Cd in soil, relation of Zn and Cd, Beijing area.

A Study on the Process of Sludge Granulation in A Pilot Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor at Ambient Temperature.

Li Xiaoyan, Hu Jicui, Xing Yongjie (Department of Environmental Engineering, Tsinghua University, Beijing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(6), 1990, pp. —