

表 5 东湖水中硒的主要形态分析结果 (ppb)

项目 水样	总 硒 (1)	悬浮态总硒 (2)	胶态总硒 (3)	离子态(4)		非离子态 总硒 (5)	(2)至(5)各 形态相加
				Se(IV)	Se(VI)		
表层	1.4	0.1	0.1	0.9	0.2	0.2	1.5
深层	1.6	0.1	0.1	1.0	0.2	0.2	1.6

和值与水样总硒测定值结果是一致的。本文的形态分析结果表明,东湖水中可溶离子态占总硒的 70% 以上,其中又以离子态 Se(IV) 为主要形体。这与 Chau 等人^[9]曾报告天然水中硒主要以 Se(IV) 形式存在的结果相符。

天然水中的硒可能有 -II、0、+IV 和 +VI 等不同价态, -II 价形式存在的有机硒在天然水中通常不是主要的^[9]。由于 HNO_3 - HClO_4 氧化可将各种价态的硒都氧化为 Se(VI), 而本文结果仅考虑 Se(IV) 和 Se(VI) 两种价态, 因此用差减法所得 Se(VI) 结果中实际还包括 -II 和 0 价的硒。

三、结 语

形态分析结果依赖于采用的形态分析方法, 不同的形态分析方法所得结果有时甚至会缺乏可比性。本文的东湖水中硒的形态分析结果是在本文所采用的分析方法条件下获得的。在本文所得的形态分析结果中, 其中某些形态, 如可溶非离子态和胶态之间可能

有相互交叉的情况, 不过非离子态和胶态硒均不是东湖水中的主要形态, 因而不会影响对水样中可溶离子态为 70% 以上的主要形态的估计。因而本文的形态分析结果对东湖水中硒的环境水化学行为的研究仍有一定参考价值。

参 考 文 献

- [1] Florence, T.M., *Talanta*, **29**, 345(1982).
- [2] 王子健, 彭安, 分析化学, **16**(7), 644(1988).
- [3] Figura, P. and McDuffie, B., *Anal. Chem.*, **52**, 1433(1980).
- [4] Robberecht, H.J. and Grieken, R.E.V., *Anal. Chem.*, **52**, 449(1980).
- [5] 环境污染分析方法协作组编, 环境污染分析方法, 第 444 页, 科学出版社, 北京, 1987.
- [6] Analytical Methods Committee, *Analyst*, **104**, 778(1979).
- [7] 蔡乾涛, 施文赵, 分析试验室, **7**(9), 30(1988).
- [8] Dennis, R.R. and Dennis, E.T., *Anal. Chem.*, **54**, 307(1982).
- [9] Chau, Y. K. and Riley, J. P., *Anal. Chim. Acta*, **33**, 36(1965).

(收稿日期: 1990 年 1 月 31 日)

小麦对 ^{134}Cs 吸收的研究

陈传群 徐寅良 孙志明

(浙江农业大学原子核农学研究所)

摘要 本文介绍小麦对 ^{134}Cs 的吸收试验, 结果表明, ^{134}Cs 在小麦中的比活度, 根中最高, 麦秆次之, 麦粒最低。铁皮中 ^{137}Cs 的比活度高于面粉。土壤对 ^{134}Cs 的吸附能力, 以青紫泥最强, 红壤次之, 小粉土最弱; 土壤对 ^{134}Cs 吸附能力的强弱与土壤的质地、pH 和有机质含量有关。随着 ^{134}Cs 施入土壤的延迟和施入次数的增加, 小麦对 ^{134}Cs 的吸收也增加。 ^{134}Cs 在土壤中迁移很少, 90.4% 集中在 0—3cm 的表土层; ^{134}Cs 在土壤-小麦中的分配比为 97.9%:2.1%; 小麦对土壤中 ^{134}Cs 的富集系数为 1.75。

关键词: ^{134}Cs ; 小麦; 土壤.

^{137}Cs 和 ^{134}Cs 都是核爆炸和核燃料废物中重要的放射性核素, 它们能溶解于水, 且易被土壤吸附. 已有许多报道^[1-4]研究作物对 ^{137}Cs 的吸收. 本文研究小麦对 ^{134}Cs 的吸收和 ^{134}Cs 在土壤-小麦中的分配, 为探明 ^{134}Cs 在土壤-小麦中的行为提供科学依据.

一、材料与方法

(一) 供试材料

1. 供试小麦 品种为扬麦 4 号.
2. 供试土壤 (1)青紫泥(粉质粘土): pH5.6, 有机质含量 3.53%, 砂粒 23.2%, 粉粒 48.2%, 粘粒 28.6%. (2)红壤(粘壤土): pH 6.5, 有机质含量 1.21%, 砂粒 35.2%, 粉粒 43.2%, 粘粒 21.6%. (3)小粉土(砂壤土): pH 6.9, 有机质含量 0.79%, 砂粒 66.3%, 粉粒 31.2%, 粘粒 2.5%.
3. ^{134}Cs 化学形态为 $^{134}\text{CsCl}$, 放化纯度和化学纯度均大于 99%, 由中国原子能科学院提供.

(二) 试验设计

1. 吸收试验 在 5kg 风干土(小粉土,

红壤, 青紫泥)中, 均匀拌入 1.83g 过磷酸钙, 0.86g 硫酸钾和 1.7g 硫酸铵作基肥. 播种 20 粒小麦种子. 出苗后留 15 株生长一致的麦苗. 分别在拔节期、孕穗期和扬花期, 灌溉 200ml 比度为 925Bq/ml 的 $^{134}\text{CsCl}$ 溶液(共 185kBq, 合 $5\mu\text{Ci}$). 收获时, 挖取小麦和土壤. 小麦分根, 麦秆和麦粒(麸皮和面粉)等部位; 土壤分上层(0—3cm), 中层(3—6cm)和下层(6cm 以下), 风干磨碎后过 60 目筛孔. 每处理设 3 个重复.

2. 动态试验 在小粉土上种植的小麦, 于拔节期施入 185kBq ^{134}Cs 后, 分别在孕穗、抽穗、扬花、灌浆和成熟期采样. 分部位测量 ^{134}Cs 的放射性活度, 处理设 3 个重复(见表 1).

(三) 样品制备与测量^[5]

动态试验中小麦植株样品用鲜样, 吸收试验中为干样, 土壤样品风干后过 60 目筛孔. 样品称重、混匀后, 称 2g, 分别装入玻质小试管中, 在带有 NaI(Tl)井型闪烁探头的 FH-1901 通用 γ 谱仪中, 测量 ^{134}Cs 的放射性活度.

表 1 试验设计

处理代号	土壤	灌溉日期(月/日)			灌溉量(kBq)	采样日期和内容
		拔节期 3/7	孕穗期 3/17	扬花期 4/6		
I	青紫泥	0			185	成熟期(5/23), 全株, 土壤
II	红壤	0			185	成熟期(5/23), 全株, 土壤
III	小粉土	0			185	成熟期(5/23), 全株, 土壤
IV			0		185	成熟期(5/23), 全株, 土壤
V				0	185	成熟期(5/23), 全株, 土壤
VI		0	0	0	185×3	成熟期(5/23), 全株, 土壤
VII		0			185	孕穗、抽穗、扬花、灌浆、成熟期, 地上部

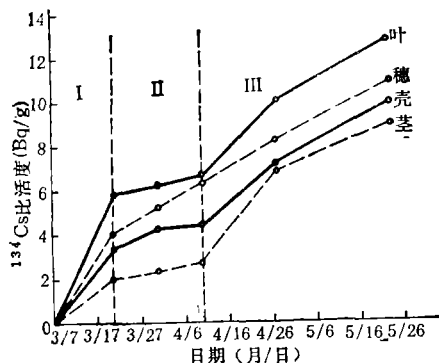
二、结果与讨论

(一) 小麦对 ^{134}Cs 的吸收动态

小粉土中种植的小麦, 在拔节期施入

^{134}Cs 后, 测量不同生育期小麦各部位中 ^{134}Cs 的放射性活度(见图 1).

由图 1 可以看出: 1. 小麦根部能吸收 ^{134}Cs , 通过茎和叶鞘, 运输到叶和穗部. ^{134}Cs

图 1 不同生育期小麦对 ^{134}Cs 吸收动态曲线

的比活度以叶部最高,穗部较高,鞘中较低,茎部最少.成熟时,其值分别为 12.88, 10.95, 9.92 和 9.10 Bq/g.

2. ^{134}Cs 在小麦各部位的比活度随着生长时间延长而增加. 曲线可分三个阶段: 拔节-孕穗期,孕穗-抽穗-扬花期,扬花-灌浆-成熟期. 第 I 阶段,营养生长旺盛,第 II 阶段,生长平稳,第 III 阶段,生殖生长旺盛. 在第 I 和 III 阶段,小麦对营养物质需要量迅速增加,而 ^{134}Cs 随着营养物质一起运输到植株各部位. 因此,在植株体内 ^{134}Cs 的比活度也迅速增加.

穗部的 ^{134}Cs 放射性比活度,从孕穗期以后直线上升,若以孕穗期(3月21日)作为时间的起点,则比活度 $y(\text{Bq/g})$ 随时间 $t(\text{天})$ 的线性回归为:

$$y = 4.16 + 0.109t (r = 0.9993)$$

(二) 小麦对 ^{134}Cs 的吸收和分布

不同土壤里种植的小麦,在不同生育期施入 ^{134}Cs ,成熟时, ^{134}Cs 在小麦各部位的分布情况列于表 2.

1. 所有处理中, ^{134}Cs 在小麦植株中的比活度,都是根>麦秆>麦粒.

2. 从处理 I、II 和 III 中可以看出,青紫泥表土中残留的 ^{134}Cs 最高,为 250.5 Bq/g,红壤中为 220.2 Bq/g,小粉土中为 182.8 Bq/g. 说明青紫泥对 ^{134}Cs 的吸附能力最强,红壤次之,小粉土最弱. 土壤对 ^{134}Cs 吸附能力的差异,与土壤的 pH,有机质含量和土壤的质地有关[6]. pH 值越低,有机质含量越高,粘粒越多,则对 ^{134}Cs 的吸附能力越强. 供试土壤中,青紫泥的 pH 值最低,有机质含量最高,粘粒最多,因此,它对 ^{134}Cs 的吸附能力最强. 反之,小粉土最弱. 所以,种在青紫泥里的小麦,其 ^{134}Cs 的比活度比种在小粉土里的要低.

3. 从处理 III、IV 和 V 中可以看出,随着 ^{134}Cs 施入期的延迟,小麦对 ^{134}Cs 的吸收量增加,即扬花期施入的,比孕穗期和拔节期施入的吸收多. 如麦粒中, ^{134}Cs 的比活度分别为 20.10、17.28 和 13.43 Bq/g. 由此可见,小麦受 ^{134}Cs 污染离扬花期越近,则危害性越大.

4. 从处理 V 和 VI 中可以看出,随着施入次数的增加,小麦对 ^{134}Cs 的吸收量也增加. 但这种增加不成线性相关.

(三) 麦粒中 ^{134}Cs 的分布

各处理麦粒中 ^{134}Cs 的分布列于表 3.

表 2 小麦对 ^{134}Cs 的吸收和分布

处理代号	土 壤	灌溉期	^{134}Cs 的比活度 (Bq/g)			
			表 土	根	麦秆	麦粒
I	青紫泥	拔节期	250.5	66.60	10.58	3.74
II	红 壤	拔节期	220.2	62.15	16.35	5.55
III	小粉土	拔节期	182.8	111.00	27.97	13.43
IV	小粉土	孕穗期		116.60	42.92	17.28
V	小粉土	扬花期		293.41	50.32	20.10
VI	小粉土	三期*		672.51	76.96	26.12

* 三期指拔节期、孕穗期和扬花期.

表 3 麦粒中 ^{134}Cs 的分配

处理代号	部位	重量 (g)	比活度 (Bq/g)	活度 (Bq)	总活度 (Bq)	百分数 (%)
I	面粉	12.2717	2.66	32.64	51.30	63.6
		2.7283	6.84	18.66		36.4
II	面粉	12.2717	3.77	46.26	74.22	62.3
		2.7283	10.25	27.96		37.7
III	面粉	12.2717	10.06	123.40	191.6	64.4
		2.7283	24.98	68.15		35.6
IV	面粉	12.2717	11.14	136.70	225.2	60.7
		2.7283	32.45	88.53		39.3
V	面粉	12.2717	15.36	188.4	299.8	62.8
		2.7283	40.85	111.4		37.2
VI	面粉	12.2717	18.24	223.8	358.0	62.5
		2.7283	49.21	134.2		37.5

1. 麸皮中 ^{134}Cs 的比活度高于面粉中 ^{134}Cs 的比活度,前者是后者的 1.5—1.9 倍,平均为 1.7 倍。

2. 就总活度的百分数来看,麸皮中的 ^{134}Cs 占麦粒总活度的 35.6—39.3%, 平均为 37.3%, 面粉中占 60.7—64.4%, 平均为 62.7%。

(四) ^{134}Cs 在土壤-小麦中的分配

表 4 ^{134}Cs 在土壤-小麦中的分配

项 目		重量 (g)	比活度 (Bq/g)	活度 (Bq)	百分比 (%)	总活度 (kBq)	百分比 (%)	富集系数 (K)
小 麦	根	6.3	293.0	1846	47.3	188.1	2.1	7.96
	麦秆	33.1	50.3	1666	42.7			1.37
	麦粒	18.6	20.1	374	9.6			0.55
	麦芒	2.4	5.8	14	0.4			0.16
	全株	60.4	64.6	3900	100			1.75
土 壤	上层(0—3cm)	1150	144.8	166500	90.4	188.1	97.9	
	中层(3—6cm)	1150	11.9	13690	7.4			
	下层(6cm 以下)	2700	1.5	4050	2.2			
	全 层	5000	36.8	184200	100			

三、小 结

1. 小麦根部能吸收施入土壤中的 ^{134}Cs , 通过茎和叶鞘, 输送到叶和穗。 ^{134}Cs 在小麦中的比活度, 以根中为最高, 麦秆次之, 麦粒中最低。

2. 小麦在生殖生长阶段, 对 ^{134}Cs 的吸收

^{134}Cs 在土壤-小麦中的分配, 以处理 V 为例, 测得的结果列于表 4。

从表 4 可以看出:

1. 小麦中有 90% 以上的 ^{134}Cs 主要集中在根和麦秆中, 而只有 9.6% 分布在麦粒中。

2. 土壤中的 ^{134}Cs 主要集中在 0—3cm 的表土层中, 这部分放射性占土壤总活度的 90.4%, 中层土 (3—6cm) 占 7.4%, 而下层土 (6cm 以下) 仅有 2.2%。这说明 ^{134}Cs 在土壤中是不易迁移的^[7,8]。

3. 小麦对施入土壤中 ^{134}Cs 的吸收是很少的, 吸收量只占总施入量的 2.1%, 而有 97.9% 被土壤吸附。

4. 小麦各部位对土壤中 ^{134}Cs 的吸收能力可用富集系数 K 来表示。所谓富集系数, 等于每千克物质中的放射性活度与每千克土壤中的放射性活度之比^[1]。 K 值越大, 表示富集能力越强。由表 4 看到, 小麦根部的 K 值最大, 为 7.96, 麦秆次之, 为 1.36, 麦粒和麦芒都小于 1, 全株小麦对 ^{134}Cs 的富集系数为 1.75。

速率较快。

3. 不同类型的土壤对 ^{134}Cs 的吸附能力有差异, 供试材料中, 以青紫泥的吸附能力最强, 红壤次之, 小粉土最弱。吸附能力的强弱与土壤的质地, pH 值和有机质含量有关。

4. 随着施入期的延迟, 小麦对 ^{134}Cs 的吸收增加。随着施入次数的增加, 吸收量也增

加。

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

6. ^{134}Cs 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. ^{134}Cs 在土壤-小麦中的分配,小麦中只占施入 ^{134}Cs 总活度的 2.1%,而土壤占 97.9%。

8. 小麦各部位对土壤中 ^{134}Cs 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 (1969).

(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,狗肌肉注射芘后尿中的代谢产物为 1-羟基芘。分别给狗 1、2、5 $\mu\text{mol/kg}$ 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。

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 Xiaohua, 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 ^{134}Cs in Wheat.

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

The roots of wheat can absorb ^{134}Cs from irrigating water. The specific activity of ^{134}Cs in the roots is the highest, in grains the lowest, and that in bran is higher than in flour. Absorption capacity of ^{134}Cs by wheat varies with different kinds of soil. The order of absorption capacity is as follows: farinose clay > clay loam $\geq$ sandy loam. In addition, the absorption capacity of ^{134}Cs 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 ^{134}Cs in wheat. Its migration in soil is very slow because there is 90.4% of ^{134}Cs concentrated in surface soil (0—3 cm). The ratio of ^{134}Cs 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 $\mu\text{mol/kg}$ 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. —