

CN9401017

CNIC-00768

CSNAS-0073

# 中国核科技报告

CHINA NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY REPORT

$^{90}\text{Sr}$  在京白蛋鸡体内的分布动力学研究

KINETICS OF DISTRIBUTION OF  $^{90}\text{Sr}$  IN  
BEIJING-WHITE LAYERS

(In Chinese)



原子能出版社

中国核情报中心

China Nuclear Information Centre



商照荣：中国农业科学院原子能利用研究所助理研究员。1985年毕业于河北农业大学畜牧系，1991年获中国农业科学院研究生院生物物理专业硕士学位。

Shang Zhaorong: Researcher of Institute for Application of Atomic Energy, CAAS. Graduated from Animal Department of Hebei Agricultural University in 1985 and received MS degree in biophysics at Graduate School of CAAS in 1991.

CNIC-00768

CSNAS-0073

## $^{90}\text{Sr}$ 在京白蛋鸡体内的分布动力学研究<sup>\*</sup>

商照荣 徐世明 赵文虎 侯兰欣

(中国农科院原子能利用研究所,北京)

### 摘 要

选用 45 只北京白蛋鸡,用  $1.85 \times 10^2 \sim 1.85 \times 10^5 \text{ Bq/只}^{90}\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$  进行饲养试验,观察 $^{90}\text{Sr}$ 的吸收及分布情况。结果表明:蛋鸡对 $^{90}\text{Sr}$ 的吸收率很低,食入体内的 $^{90}\text{Sr}$ 大部分随粪尿及产蛋排出,最终积累于体内的 $^{90}\text{Sr}$ 很少,且体内 70%集聚于骨骼组织中;鸡蛋中的 $^{90}\text{Sr}$ 约 99%存在于蛋壳中。蛋鸡各组织对 $^{90}\text{Sr}$ 的吸收能力依次为骨骼>羽毛>肌肉>血液>内脏。研究结果给出了 $^{90}\text{Sr}$ 不同喂入量 and 不同饲养阶段下,蛋鸡各组织对 $^{90}\text{Sr}$ 的吸收系数。

---

<sup>\*</sup> 由中国原子能农学会供稿。

# KINETICS OF DISTRIBUTION OF $^{90}\text{Sr}$ IN BEIJING-WHITE LAYERS\*

(In Chinese)

Shang Zhaorong Xu Shiming Zhao Wenhui Hou Lanxin  
(INSTITUTE FOR APPLICATION OF ATOMIC ENERGY,  
CAAS, BEIJING)

## ABSTRACT

The experiment feeding  $^{90}\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$  in the range of  $1.85 \times 10^2$  to  $1.85 \times 10^5$  Bq/chicken was carried out with 45 Beijing-white layers to observe the regular pattern of absorption and distribution of  $^{90}\text{Sr}$  in organs and tissues. The results are summarized as follows: the uptake rate of  $^{90}\text{Sr}$  by layer through oral feeding is very low. Most part of  $^{90}\text{Sr}$  drains away from body with daily excreta and egg. The accumulation of  $^{90}\text{Sr}$  in the body is low and about 70% is in the bone. About 99% of  $^{90}\text{Sr}$  in egg is concentrated in the eggshell. The order of absorptivity of  $^{90}\text{Sr}$  in tissues is bone > feather > muscle > blood > viscera. The absorption coefficient of  $^{90}\text{Sr}$  in organs and tissues in different stages with different feeding volumes has been calculated.

---

\* Contributed by the Chinese Society of Nuclear-Agricultural Sciences (CSNAS).

## 前 言

$^{90}\text{Sr}$  是对人类健康具有重要研究意义的裂变产物,半衰期为 29.12 年,化学性质与 Ca 相似,进入人体后大部分沉积于骨骼中<sup>[1]</sup>。有关 $^{90}\text{Sr}$  在生态学方面的研究较多,但对家禽的影响及其生物学行为,目前国内还未见报道,为此,本工作试图以京白蛋鸡为试材,对其进行 $^{90}\text{Sr}$  代谢规律的研究,以便为评价核事故可能造成的后果以及制定饲料污染限制水平提供数据。

## 1 材料和方法

选用整齐、健康、300 日龄产蛋期的京白蛋鸡,每只体重约 1600 g,隔离间阶梯式单体笼养。试验期间,饲喂蛋鸡全价配合饲料,自由饮水,鸡笼下方设接粪盘,每日定时将粪尿全部收集,并拣蛋一次。

喂入 $^{90}\text{Sr}$  方法是,将标定好的定量 $^{90}\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$  溶液与面粉混合,以药用胶囊包装,于试验第一天将其一次性喂入。设  $1.85 \times 10^2$  Bq/只、 $1.85 \times 10^3$  Bq/只、 $1.85 \times 10^4$  Bq/只、 $1.85 \times 10^5$  Bq/只,以及不喂 $^{90}\text{Sr}$  的对照组共五个处理,每个处理 9 只鸡,分别于试验的第 10 天、第 20 天和第 30 天将每个处理中的 3 只宰杀取样,将样品分离为血液、羽毛、内脏、骨骼、肌肉五大部分,其中内脏部分包括心、肺、肝、胰、脾、肾、胃肠、卵巢、输卵管等。样品经炭化、灰化后制样测量。在试验期间,将每日所取粪尿样品进行测量,将每日收集的产蛋分离为蛋壳和蛋清蛋黄两部分,经炭化、灰化后制样测量。

所用仪器为, LKB 1217 液闪谱仪, FH-408 自动定标器, FJ-2600 低本底  $\alpha, \beta$  测量仪, 测量误差小于 10%。

## 2 结果与分析

### 2.1 $^{90}\text{Sr}$ 的吸收与排出

喂入蛋鸡的 $^{90}\text{Sr}$  大部分由粪尿排出,吸收量很小,而被吸收的 $^{90}\text{Sr}$  又大量用于蛋的形成,随每日产蛋排出体外。从表 1 可见, $^{90}\text{Sr}$  随粪尿排出为 60%以上,随产蛋排出为 12%以上,鸡体积累的很少。鸡体组织对 $^{90}\text{Sr}$  吸收率受喂入量的影响,喂入量增加,鸡体对 $^{90}\text{Sr}$  的吸收率降低,而随粪尿排出的比率增高。

表 1 蛋鸡饲养 30 天时 $^{90}\text{Sr}$  在体内积累与排出的关系(%)

类别	喂入量 Bq/只				平均
	$1.85 \times 10^2$	$1.85 \times 10^3$	$1.85 \times 10^4$	$1.85 \times 10^5$	
鸡体	12.59	2.14	0.71	0.52	4.00
粪尿	61.46	84	86.7	84.93	79.27
蛋	25.95	13.86	12.59	14.55	16.73
合计	100	100	100	100	100

由图 1 可见,各喂入量的 $^{90}\text{Sr}$  随粪尿排出的规律大致相同,都是集中在第一天大量排出。各喂入量第一天排出的 $^{90}\text{Sr}$  占粪尿中的 $^{90}\text{Sr}$  总排出量的比率,对于  $1.85 \times 10^2$  Bq/只为 70%,  $1.85 \times 10^3$  Bq/只为 85%,  $1.85 \times 10^4$  Bq/只为 78%,  $1.85 \times 10^5$  Bq/只为 74%。其中,

1.85 × 10<sup>3</sup> Bq/只组在第六天, 1.85 × 10<sup>2</sup> Bq/只组在第七天, 粪尿中放射性降至对照组的本底水平, 而其它两个摄入量在整个 30 天试验期间粪尿中放射性始终高于本底水平。

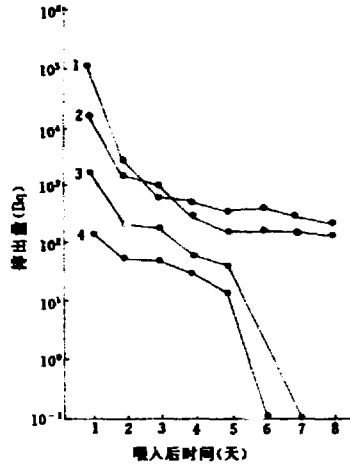


图1 各摄入量每日粪尿中<sup>90</sup>Sr含量动态变化  
1—1.85 × 10<sup>3</sup> Bq/只; 2—1.85 × 10<sup>4</sup> Bq/只;  
3—1.85 × 10<sup>2</sup> Bq/只; 4—1.85 × 10<sup>5</sup> Bq/只。

## 2.2 <sup>90</sup>Sr 在体内的分布

在各摄入量下, 蛋鸡吸收的<sup>90</sup>Sr 在各组织中的分布规律相同, 鸡体组织吸收的<sup>90</sup>Sr, 大部分集中于骨骼, 表明<sup>90</sup>Sr 与骨骼的亲合力极高。从表 2 可看出, 不论<sup>90</sup>Sr 摄入量大小和饲养时间长短, <sup>90</sup>Sr 在鸡体各组织中的绝对积累量最多的是骨骼, 其次是肌肉、羽毛、内脏和血液。从总平均值看, 骨骼占鸡体重的 29.58%, 而吸收的<sup>90</sup>Sr 却达鸡体总积累量的 69.91%, 表明<sup>90</sup>Sr 与 Ca 相似, 确实属亲骨性元素。

摄入量的大小和饲养时间的长短对<sup>90</sup>Sr 在鸡体各组织中的分布也有影响, 摄入量越大, 蛋鸡吸收的<sup>90</sup>Sr 数量越多, 则<sup>90</sup>Sr 在骨骼中的积累量就越多; 摄入量越小, 则吸收总量越小, <sup>90</sup>Sr 在各组织中的分布越分散。随饲养期延长, <sup>90</sup>Sr 在骨骼中的集聚程度减弱, 而在其它组织中的比例增多, 说明<sup>90</sup>Sr 虽然在鸡体组织中趋向性较强, 却能够积极参与鸡体组织的代谢活动。

为了说明不同<sup>90</sup>Sr 摄入量及不同饲养时间对蛋鸡吸收与积累<sup>90</sup>Sr 的影响, 对各组织的<sup>90</sup>Sr 积累量进行差异显著性检验, 结果见表 3。可以看出, 伴随着<sup>90</sup>Sr 摄入量数量级的变化, 鸡体各组织的<sup>90</sup>Sr 含量总的来看并未呈数量级变化, 并且随时间延续更加模糊。比较三个阶段的变化规律, 发现随摄入量增加, 第 10 天各组织中<sup>90</sup>Sr 含量的变化明显, 部分地呈现数量级关系, 且差异显著。第 20 天和第 30 天部分组织<sup>90</sup>Sr 含量就较接近, 之间的比例只有倍数关系, 而无数量级的变化, 并且从差异显著性检验的结果看, 1.85 × 10<sup>2</sup> ~ 1.85 × 10<sup>4</sup> Bq/只三个摄入量的各组织中<sup>90</sup>Sr 含量差异不明显。所以, 随摄入量的不同, <sup>90</sup>Sr 在各组织中的含量有相应的变化, 但随时间的延续, 变化的趋势又趋于相同。说明<sup>90</sup>Sr 被蛋鸡吸收并参与代谢循环,

同时蛋鸡对<sup>90</sup>Sr的积累存在有一定限度。

表2 <sup>90</sup>Sr在蛋鸡体内各组织中的分布率(%)

时间,d	摄入量,Bq/只	骨	肌肉	羽毛	内脏	血液	合计
10	1.85×10 <sup>5</sup>	55.62	19.21	18.31	4.62	2.27	100
	1.85×10 <sup>4</sup>	58.41	26.11	10.73	3.55	1.17	100
	1.85×10 <sup>3</sup>	42.53	10.77	4.32	2.21	0.17	100
	1.85×10 <sup>2</sup>	53.97	4.15	1.38	0.04	0.36	100
20	1.85×10 <sup>5</sup>	65.11	23.53	4.85	4.07	2.44	100
	1.85×10 <sup>4</sup>	60.82	27.36	3.25	6.22	2.35	100
	1.85×10 <sup>3</sup>	82.16	3.51	1 <sup>o</sup> .93	0.97	0.49	100
	1.85×10 <sup>2</sup>	83.44	4.94	10.15	1.09	0.38	100
30	1.85×10 <sup>5</sup>	39.65	36.77	16.54	3.14	3.90	100
	1.85×10 <sup>4</sup>	53.08	33.61	2.68	8.85	1.77	100
	1.85×10 <sup>3</sup>	86.69	4.80	6.19	1.48	0.51	100
	1.85×10 <sup>2</sup>	77.40	3.32	18.02	1.14	0.12	100
总平均		69.91	16.51	9.14	3.15	1.29	100
重量百分比		29.58	39.64	5.15	21.77	3.86	100

表3 不同摄入量的<sup>90</sup>Sr在蛋鸡各组织中积累量差异显著性检验

组织	摄入量 Bq/只	积 累 量									
		10,d				20,d				30,d	
		平均值 Bq/kg	新复极差检验		平均值 Bq/kg	新复极差检验		平均值 Bq/kg	新复极差检验		
			$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$		$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$		$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$	
骨	1.85×10 <sup>5</sup>	134250	a	A	8196	a	A	10860	a	A	
	1.85×10 <sup>4</sup>	9330	b	BC	1820	b	B	1830	b	B	
	1.85×10 <sup>3</sup>	960	c	C	190	c	C	110	b	B	
	1.85×10 <sup>2</sup>	210	c	C	120	c	C	120	b	B	
肌肉	1.85×10 <sup>5</sup>	1680	a	A	196	a	A	160	a	A	
	1.85×10 <sup>4</sup>	240	bc	BC	86	b	B	30	a	A	
	1.85×10 <sup>3</sup>	70	c	C	30	b	B	20	a	A	
	1.85×10 <sup>2</sup>	23	c	C	20	b	B	17	a	A	
内脏	1.85×10 <sup>5</sup>	510	a	A	96	a	A	42	a	A	
	1.85×10 <sup>4</sup>	140	bc	A	13	b	B	24	a	A	
	1.85×10 <sup>3</sup>	20	c	A	12	b	B	11	a	A	
	1.85×10 <sup>2</sup>	11	c	A	2	b	B	6	a	A	
血液	1.85×10 <sup>5</sup>	400	a	A	210	a	A	110	a	A	
	1.85×10 <sup>4</sup>	73	bc	BC	60	b	B	30	a	A	
	1.85×10 <sup>3</sup>	33	c	C	30	b	B	29	a	A	
	1.85×10 <sup>2</sup>	15	c	C	21	b	B	19	a	A	
羽毛	1.85×10 <sup>5</sup>	2880	a	A	1110	a	A	3040	a	A	
	1.85×10 <sup>4</sup>	1210	bc	BC	110	b	A	780	b	A	
	1.85×10 <sup>3</sup>	250	c	C	90	b	A	210	b	A	
	1.85×10 <sup>2</sup>	160	c	C	42	b	A	30	b	A	

### 2.3 <sup>90</sup>Sr在鸡蛋中的分布动力学

如前所述,蛋鸡在产蛋期有蛋的产出,本次试验饲喂<sup>90</sup>Sr并未影响产蛋,鸡体吸收的<sup>90</sup>Sr大量地参与蛋的形成而随蛋排出体外,在30天试验期内随蛋排出的<sup>90</sup>Sr数量大大高于鸡体

中<sup>90</sup>Sr的体内最终积累量。

将30天内各处理试验蛋鸡所产220枚蛋全部收集进行分析,结果见表4。可以看出,鸡蛋中的<sup>90</sup>Sr约99%集中于蛋壳,蛋清蛋黄含<sup>90</sup>Sr数量极其微小,并且随时间延续,四个摄入量分别在第12天、第18天、第22天和第30天,蛋清蛋黄中的放射性降到对照组本底水平,其中,1.85×10<sup>2</sup> Bq/只喂入量的蛋清蛋黄中<sup>90</sup>Sr含量即使在第一天也未超过国家食品<sup>90</sup>Sr限制标准(22.2 Bq/kg)。在本次试验的活度范围内,一个月后所产蛋可认为是无污染。

随<sup>90</sup>Sr摄入量数量级的增长,各摄入量之间的蛋壳中<sup>90</sup>Sr数量差异明显,存在数量级的变化。蛋壳中<sup>90</sup>Sr含量随时间变化的过程具有一定规律性,经回归统计分析,四个摄入量的蛋壳中<sup>90</sup>Sr含量A(Bq/kg)随时间t(d)变化的关系式为:

$$\begin{aligned}
 1.85 \times 10^2 \text{ Bq/只:} & \quad A = 2038.78 t^{-1.01} \quad r = -0.95 \\
 1.85 \times 10^3 \text{ Bq/只:} & \quad A = 11762.65 t^{-1.32} \quad r = -0.96 \\
 1.85 \times 10^4 \text{ Bq/只:} & \quad A = 114914.96 t^{-1.62} \quad r = -0.93 \\
 1.85 \times 10^5 \text{ Bq/只:} & \quad A = 1585831.66 t^{-1.87} \quad r = -0.99
 \end{aligned}$$

表4 各摄入量鸡蛋中<sup>90</sup>Sr的动态变化

时间,d	含量	摄入量, Bq/只							
		1.85×10 <sup>2</sup>		1.85×10 <sup>3</sup>		1.85×10 <sup>4</sup>		1.85×10 <sup>5</sup>	
		壳	清、黄	壳	清、黄	壳	清、黄	壳	清、黄
1	Bq/kg	2040	20	11343	49	141667	490	1427333	3303
	%	99	1	99.57	0.43	99.65	0.35	99.77	0.23
5	Bq/kg	670	13.4	833	17	5083	180	103540	1062
	%	98	2	98	2	96.46	3.54	98.97	1.03
9	Bq/kg	130	5.2	450	28	3558	150	25690	363
	%	96	4	94	6	95.78	4.22	98.58	1.42
12	Bq/kg	130	0	417	8.3	1853	25	13213	203
	%	100		98.01	1.99	98.65	1.35	98.46	1.54
18	Bq/kg	130	0	250	0	1590	4.9	6813	175
	%	100		100		99.69	0.31	97.43	2.57
22	Bq/kg	120	0	50	0	705	0	3510	72
	%	100		100		100		97.95	2.05
26	Bq/kg	70	0	33	0	571	0	3097	21
	%	100		100		100		99.32	0.68
30	Bq/kg	40	0	17	0	492	0	1858	0
	%	100		100		100		100	
平均,%		99.13	1.87	98.70	1.30	98.78	1.22	98.81	1.19

#### 2.4 蛋鸡各组织对<sup>90</sup>Sr的吸收能力

本次试验各个处理的蛋鸡在喂入<sup>90</sup>Sr后几乎每日都有<sup>90</sup>Sr的排出,随着时间的延续,鸡体对<sup>90</sup>Sr的代谢将达到一个动态平衡状态。鸡体各个组织在不同的饲养时间对<sup>90</sup>Sr的积累量不同,<sup>90</sup>Sr摄入量的差别也使鸡体对<sup>90</sup>Sr的积累量发生变化,利用吸收系数可以在一定程度上反映一定时期内鸡体各个组织对<sup>90</sup>Sr的吸收积累程度。



表5 蛋鸡各组织对<sup>90</sup>Sr的吸收系数

时间,d	摄入量 Bq/只	1.85×10 <sup>2</sup>	1.85×10 <sup>3</sup>	1.85×10 <sup>4</sup>	1.85×10 <sup>5</sup>
10	骨	1.8300	0.4000	0.8790	0.2650
	羽毛	0.4900	0.2150	0.1140	0.0264
	肌肉	0.2000	0.0600	0.0230	0.0154
	血液	0.1300	0.0280	0.0070	0.0037
	内脏	0.1200	0.0170	0.0130	0.0049
20	骨	1.1000	0.1590	0.1360	0.0670
	羽毛	0.3900	0.0750	0.0090	0.0310
	肌肉	0.1800	0.0380	0.0080	0.0016
	血液	0.1900	0.0250	0.0050	0.0017
	内脏	0.0140	0.0100	0.0010	0.0008
30	骨	1.0500	0.1100	0.1420	0.0970
	羽毛	0.2600	0.1050	0.061	0.0270
	肌肉	0.1500	0.0160	0.0020	0.0014
	血液	0.1700	0.0230	0.0030	0.0011
	内脏	0.0500	0.0090	0.0020	0.0004

$$\text{吸收系数} = \frac{{}^{90}\text{Sr 活度/组织 kg 鲜重}}{\text{喂入 } {}^{90}\text{Sr 活度/kg 体重}}$$

表5给出了各个时期四个喂入量的各组织对<sup>90</sup>Sr的吸收系数。结果表明:

(1) 随时间延续,各组织对<sup>90</sup>Sr的吸收系数减小,说明随着鸡体代谢,<sup>90</sup>Sr在逐渐向体外排出,鸡体各组织的<sup>90</sup>Sr积累量逐渐减少。

(2) 随着<sup>90</sup>Sr喂入量的增加,各组织对<sup>90</sup>Sr的吸收系数减小,说明喂入蛋鸡的<sup>90</sup>Sr活度越高,排出量越多,相对地吸收率降低。1.85×10<sup>2</sup> Bq/只喂入量的吸收系数普遍比其它喂入量的高一个数量级,说明该喂入量对蛋鸡的影响与其它三个喂入量有较大差别。

(3) 蛋鸡各组织对<sup>90</sup>Sr的吸收能力由大到小依次为:骨骼、羽毛、肌肉、血液、内脏,其中骨骼的吸收系数要比其它组织的高50%以上。

### 3 讨论

通过蛋鸡的<sup>90</sup>Sr分布动力学研究表明,<sup>90</sup>Sr广泛地参与鸡体代谢,表现出与骨骼极强的亲和性,并在蛋鸡产蛋的过程中参与蛋壳的形成。从积累量看,蛋鸡对<sup>90</sup>Sr的吸收率不高,大部分随粪尿排出体外,而被吸收的部分又大量地集中于骨骼中。本次试验的结果与国外同类试验的结果基本相同。如Koldaeva等人将<sup>90</sup>Sr随饲料喂鸡,观察其在鸡体内的累积规律以及向蛋中转移的情况,得到的结论是:鸡骨骼中<sup>90</sup>Sr含量高出本底3~4倍,肌肉正常,在每日所产的鸡蛋中,<sup>90</sup>Sr含量相当于一日摄入放射性的31%,其中96.4%集积于蛋壳中<sup>[2]</sup>。锶作为一种微量矿物质元素,广泛地参与动物体内的代谢活动,为生命活动所必需<sup>[3]</sup>。人们对锶在蛋鸡体内的生理代谢特点所知甚少,而对钙的作用研究较深入。石桥等人对产蛋鸡<sup>45</sup>Ca的代谢研究发现,体内99%的钙构成骨骼,骨骼内钙的贮藏量随产蛋量多少而改变,产蛋量增加时,骨骼内钙的含量递减,在骨骼中蓄积的钙是构成蛋壳的唯一来源<sup>[4]</sup>。这一方面反映了锶与钙作为同族元素在产蛋鸡体内代谢的特点,同时也从一个侧面说明了锶在蛋鸡体内代谢的生理机制。

$^{90}\text{Sr}$  作为核设施排放的主要放射性核素之一,是放射生态环境研究中的一个重要内容,本工作的研究结果对同类工作具有一定的应用参考作用。

(1) 喂入蛋鸡的 $^{90}\text{Sr}$  绝大部分由粪尿中排出,并且摄入量越大,随粪尿排出的 $^{90}\text{Sr}$  数量越多,这说明,遭受 $^{90}\text{Sr}$  污染的蛋鸡所排泄的粪尿对环境可能造成严重的二次污染,所以,在提倡发展生态农业的同时,应鼓励畜禽粪便再利用,对于核电厂及其它核设施周围地区,应该注意进行放射卫生学监测,以防污染的扩大和蔓延。

(2) 产蛋鸡的主要产品是鸡蛋,产蛋遭受污染而不能食用是最大的损失,本研究结果表明,蛋鸡吸收 $^{90}\text{Sr}$  后,随产蛋将体内 $^{90}\text{Sr}$  大量转移至鸡蛋中,而鸡蛋中的 $^{90}\text{Sr}$  约 99% 存在于蛋壳中,所以,如果将蛋壳与蛋清蛋黄严格分离后,即可去除蛋中 99% 的 $^{90}\text{Sr}$ 。依污染量的不同, $^{90}\text{Sr}$  对鸡蛋的污染程度不同,摄入量在  $1.85 \times 10^5 \text{ Bq/只}$  以下时,对蛋清蛋黄的污染在安全范围以内。

(3) 从蛋鸡各组织对 $^{90}\text{Sr}$  的吸收能力看,羽毛仅次于骨骼,虽然羽毛对 $^{90}\text{Sr}$  的绝对积累量低,但其单位重量内的积累量高,而且易于取材,所以,作为监测和衡量鸡所受 $^{90}\text{Sr}$  污染程度的标准,羽毛是一个重要的成分。

### 参 考 文 献

- [1] UNEP, ILO, WHO 合编,环境卫生基准(25),某些放射性核素,中国环境科学出版社,1993,57
- [2] Kobbara K. A., et al. Strontium-90 accumulation in fowl and its migration into egg following Chronic intake with forage, 1975, (9): 36
- [3] 东北农学院主编,家畜饲养学,农业出版社,1979,38
- [4] 石峰,产蛋鸡经口服与乃至静注射示踪 Ca 的分布时间,日本家禽学杂志,1946,23,家禽文献 1987,2

C

$^{90}\text{Sr}$  在京白蛋鸡体内的分布动力学研究

原子能出版社出版

(北京 2106 信箱)

中国核科技报告编辑部排版

核科学技术情报研究所印刷

☆

开本 787×1092 1/16·印张 1/3·字数 7 千字

1993 年 8 月北京第一版·1993 年 8 月北京第一次印刷

ISBN 7 5022 0970 0

TL·517

# CHINA NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY REPORT

This report is subject to copyright. All rights are reserved. Submission of a report for publication implies the transfer of the exclusive publication right from the author(s) to the publisher. No part of this publication, except abstract, may be reproduced, stored in data banks or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher, China Nuclear Information Centre, and/or Atomic Energy Press. Violations fall under the prosecution act of the Copyright Law of China. The China Nuclear Information Centre and Atomic Energy Press do not accept any responsibility for loss or damage arising from the use of information contained in any of its reports or in any communication about its test or investigations.

ISBN 7 5022-0979 0  
TL • 617

China Nuclear Information Centre