



全国“星火计划”丛书

陈传群 编著

原子能出版社

4
60

技术与农业环境保护

(农林业应用核技术系列书之六)

全国“星火计划”丛书

核技术与农业环境保护

(农林业应用核技术系列书之六)

陈传群 编著

原子能出版社

内 容 简 介

本书深入浅出地介绍了核技术（示踪原子法、活化分析、辐射技术等）在农业环境保护中应用的基本原理和方法，并通过农药安全使用标准、污水灌溉等研究结果和应用实例，进一步介绍了核技术在污染源追踪、处理污水、污泥和固体废弃物方面的应用以及农业环境中核污染的防治等。

本书可供环境、农学、生物和生态学专业的有关人员以及广大中学生参考和阅读。

全国“星火计划”丛书

核技术与农业环境保护

（农林业应用核技术系列书之六）

陈传群 编著

责任编辑 石庆元

原子能出版社出版

（北京2108信箱）

原子能出版社印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行·新华书店经售

☆

开本787×1092 1/32 ·印张1.6875 ·字数38千字

1990年11月北京第一版·1990年11月北京第一次印刷

印数1—900

ISBN7-5022-0332-X

TL·152 定价：0.95元

《全国“星火计划”丛书》编委会

主任委员

杨 浚

副主任委员（以姓氏笔划为序）

卢鸣谷 罗见龙 徐 简

委员（以姓氏笔划为序）

王晓方	向华明	宋景九	应日珽
张志强	张崇高	金耀明	赵汝霖
俞福良	柴淑敏	徐 骏	高承增

序

经党中央、国务院批准实施的“星火计划”，其目的是把科学技术引向农村，以振兴农村经济，促进农村经济结构的改革，意义深远。

实施“星火计划”的目标之一是，在农村知识青年中培训一批技术骨干和乡镇企业骨干，使之掌握一、二门先进的适用技术或基本的乡镇企业管理知识。为此，极需出版《“星火计划”丛书》，以保证教学质量。

中国出版工作者协会科技出版工作委员会主动提出愿意组织全国各科技出版社共同协出版《“星火计划”丛书》，为“星火计划”服务。据此，国家科委决定委托中国出版工作者协会科技出版工作委员会组织出版《全国“星火计划”丛书》，并要求出版物科学性、针对性强，覆盖面广，理论联系实际，文字通俗易懂。

愿《全国“星火计划”丛书》的出版能促进科技的“星火”在广大农村逐渐形成“燎原”之势。同时，我们也希望广大读者对本《全国“星火计划”丛书》的不足之处乃至缺点、错误提出批评和建议，以便不断改进提高。

《全国“星火计划”丛书》编委会

1987年4月28日

编者的话

自1896年发现天然放射性以来，经过世界各国科学工作者的努力，相继发现了不少新的放射性元素；并且实现了人工核反应，制造出人工放射性同位素。随着中子、质子和正电子的发现，加深了人们对原子核的认识，从而促成加速器的诞生。从本世纪30年代起，科学工作者研制成各种类型的加速器，为放射性同位素的生产提供了有力工具。

1942年世界上第一座反应堆建成了，它标志着人类进入了原子能时代。核反应堆提供了一种强大的中子源，为中子的研究和应用创造了条件；同时也为放射性同位素的大量生产提供了源泉。现在，放射性同位素、放射源、放射性标记化合物、放射性药物和同位素仪表等的研究和应用，已逐步走上商品化的道路，成为国民经济中一个重要组成部分。

目前，核技术和射线已广泛地应用在农林业生物科学的各个领域，大大促进了农林业生物科学的发展，对农林业现代化建设起着重要作用。

编写出版这套农林业应用核技术系列书的目的是，普及核农学基本知识，宣传和推广核技术在农林业各方面的应用，介绍农用核技术的新方法和新成就。本系列书共九种，分别涉及到辐射育种、农产品畜产品水产品的辐射保鲜和贮藏、昆虫辐射不育防治害虫、生物的辐射刺激增产、同位素示踪技术等内容，基本反映了我国农用核技术的现状。愿这套系列书能为核技术在农林业生物科学中的推广应用，作出有益的贡献。

本系列书由徐冠仁教授审阅，特表谢意。

编者

1987年10月

前 言

环境是人类赖以生存和活动的条件。然而随着人类生产和生活活动的发展,环境受到不同程度的污染;生态失去平衡,这就对人们的健康造成危害,给经济发展带来损失和困难。环境问题已是全世界所关注的问题,也是我国社会、经济发展的重大问题。因此,环境保护列为我国的国策。环境是极其复杂的问题,要认识它,改造它,保护它,就需要应用近代先进的科学技术去研究它,弄清污染的来龙去脉,提出防治对策。核技术在环境保护(特别是农业环境)中的应用,受到国内外的重视,已成为核技术应用的重要方面。不论是同位素示踪技术(主要作为研究环境污染及防治方法等)、辐射技术(主要用于辐射分解、辐射消毒等),还是中子活化分析技术(主要作为分析痕量环境污染物质的测试工具等)都已取得成果,作出贡献。

目 录

前言

一、神奇的侦察兵——示踪原子在环保中的应用

1. 用制革污水灌溉农田 安全吗?	1
2. 农药、环境、食物与人的健康	2
2-1 农药是怎样进入水稻植株的?它在植物体内 分布如何?	3
2-2 稻田养鱼和施用农药	4
2-3 什么时候施药是安全期?	5
2-4 农产品中残留农药超过允许标准怎么办?	5
3. 追踪污染源	8
3-1 “病”在何处?	8
3-2 报警者	9
3-3 利用树皮监测放射性核素的污染	10
3-4 跟踪追迹, 弄清来龙去脉	10
4. 可活化示踪法的应用	10
4-1 什么叫可活化示踪法?	10
4-2 工厂排出有害气体污染研究上的应用	11
4-3 港口排出污水是怎样扩散的?	13
4-4 “原子法官”	13
4-5 原来祸首是氦	13

二、变废为宝, 化害为利

——辐射技术在环境保护中应用

1. 辐射技术在环境保护中应用有哪些特点?	14
2. 变废气为肥料	15

3. 污水净化有特效——辐射处理污水	15
3-1 辐射处理污水有什么好处?	16
3-2 利用辐照的间接作用	17
3-3 染料废水的脱色	17
3-4 辐射处理对难以降解的废水具有独到之效果	17
4. 化污为宝、变害为利——辐射处理污泥	18
5. 废弃物资源化——固体废物辐射处理	20

三、中子活化分析在环保中的应用

1. 何谓中子活化分析?	22
1-1 含义	22
1-2 特点	22
2. 在大气污染调查和监测中大显身手	24
2-1 大气污染与季节变化	24
2-2 大气污染与地区间的差异	24
2-3 硒与诱发性皮炎	24
2-4 600:1	24
2-5 树木年轮与污染史	25
3. 癌症与环境元素	25
4. 摸清土壤的家底	25
4-1 查明土壤中 30 种元素的含量与分布	26
4-2 不同土壤中的钒	26
5. 监测肥料中有害物质, 防止土壤污染	26
5-1 查明污水处理厂和海湾污泥中有害物质	26
5-2 警惕污水灌溉带来的污染	27
6. 为农作物看病、防病	27
6-1 土壤含硅量与稻瘟病	27
6-2 柿子树为什么异常落叶?	28
6-3 水稻枯萎病与碘有关吗?	28
6-4 土壤中砷会造成农作物的减产	28

7. 农药残留分析, 为安全使用农药提供依据	28
------------------------	----

四、核电站与环境

1. 核电的昨天、今天和明天	30
1-1 1954年建成世界上第一座核电站—— 奥布宁斯克核电站	30
1-2 经历35年发展到434座	30
1-3 中国第一座自行设计、建造的核电站在秦山崛起	30
2. 核电是安全、干净的能源	31
2-1 核电站会像原子弹一样发生爆炸吗?	32
2-2 核电与煤碳发电对环境影响的比较	32
2-3 核电造成人身死亡的风险如何?	33
2-4 层层设防, 万无一失	34
3. 利用余热, 养鱼种菜, 发展生产, 供应人民	35
3-1 利用冷却水养鱼	35
3-2 栽瓜种菜、大有前景	36

五、环境中放射性-食物链-人类健康

1. 环境中放射性物质从何而来?	37
1-1 核试验	37
1-2 核工业带来的废物	37
1-3 伴生矿的开采和燃煤	38
1-4 放射性同位素在各领域的应用	38
2. 环境放射性核素能进入人体吗?	38
2-1 铯、钡可通过叶面和根系进入植物体	38
2-2 通过食物链进入人体	39
3. 严密的监测和预警	41
4. 摸清“脾气”, 对症下药	42
4-1 深耕、施肥可减少铯对农产品的污染	42
4-2 烹调可减少食品中铯的含量	42

4-3	以钾限铯.....	42
4-4	铀与饮食.....	43
4-5	碘与甲状腺.....	43
4-6	怎样评价 稀土 肥料对 环境的影响？.....	44

一、神奇的侦察兵——

示踪原子在环保中的应用

一提起跟踪，人们就会联想起便衣警察。这里说的是人们为探索自然界奥秘，经常采用各种跟踪的方法，例如在鸟腿上挂一个小环为标记，也有用有色颜料涂在昆虫身上，以跟踪了解它们的习性。这些方法称为示踪法。但这些方法有局限性。同位素的发现给人们提供一种更为理想的示踪物质——示踪原子（放射性同位素或稳定同位素），应用示踪原子去追踪物质变化规律的方法，称为示踪原子法。

为什么同位素可以作为示踪原子？这是因为同位素具有相同的化学性质，而又有放射性或原子质量方面的差异，而且这些差异可用先进核仪器进行探测。这样，就可以用它来追踪和揭示物质运动变化的规律。这种方法的优点是灵敏度高，能测出一千万分之一克的物质，能区分环境中分子和人为加入的分子。由于示踪剂与被示踪剂追踪的物质化学性质相同，所以能较为确切地了解被追踪物的运动变化规律。因此，环境保护中应用同位素作示踪原子有独到之处。

1. 用制革污水灌溉农田安全吗？

制革污水中含有氮、磷等营养元素和有机质，所以用于灌溉农田，有一定肥效。但是污水中含有有毒的铬，铬在人体的积累会引起鼻中隔穿孔、肺癌等。因此，就要回答用含铬污水灌溉是否安全？应用放射性同位素 ^{51}Cr 作示踪原子，加入灌溉水，灌溉水稻、小麦，然后测定稻、麦和土壤样品。结果表明：

- (1) 水稻、小麦可以从根部吸收灌溉水中铬。
- (2) 铬转移到茎、叶和谷粒中去。
- (3) 稻、麦植株中积累量随着灌溉水中铬浓度的增加而增加。

而铬在土壤中转移、分布情况又如何呢？研究表明：

- (1) 灌溉水中铬的80%~90%在土壤中积累。
- (2) 铬在土壤移动范围不大，主要集中于1至5厘米表层土壤里。

- (3) 土壤中铬积累，随灌溉水中铬浓度增加而增加。

这说明铬不仅会污染稻、麦，而且会污染土壤。土壤和稻、麦中的铬，跟着食物和饲料进入人体和动物体内。因此，我们不能只见近期肥效，而要看到长期污染的危害。这就要严格禁止未达到排放标准的含铬污水用于农田灌溉。

用含 ^{51}Cr 示踪剂的水培养水浮莲，发现水浮莲很快地从水体中吸取铬，吸取的量随时间的增加而增加。培养25天，水浮莲对水中铬浓缩系数达几百倍。浓缩系数按下列公式求得：

$$\text{浓缩系数} = \frac{C_B(\text{生物样品铬浓度})}{C_W(\text{水体铬浓度})}$$

这说明，如水体受到铬污染，将导致作为饲料的水浮莲污染。因此，要严格控制含铬污水的排放。另一方面，给我们一个启示，有可能利用水浮莲浓缩污染水体中的铬，以净化水体。

2. 农药、环境、食物与人的健康

化学农药的广泛使用，为促进农业生产的发展，保证农业丰收作出了贡献。但另一方面，由于化学农药使用范围不

断扩大和使用量不断增加，加上施用不当，造成对农作物，农副产品、土壤和水系的污染。农药-环境-食物-人之间存在着十分复杂的关系，要弄清来龙去脉，就必须依赖先进的研究手段。我国从60年代起开始研制和利用放射性同位素标记农药，如有机氯农药 ^{14}C -六六六、有机磷农药 ^{32}P -杀螟腈、有机砷农药 ^{76}As -稻脚青、有机氯农药 ^{14}C -呋喃丹等。研究了十几种农药在水稻、小麦、果树、茶、桑上的吸收、运转和残留，以及在土壤中分布、积累等问题，为安全、合理使用农药，保护环境，保护人们的身体健康作出了贡献。

2-1 农药是怎样进入水稻植株的？它在植物体内分布如何？

利用含 ^{14}C -杀虫脒农药的溶液培养水稻植株和涂叶面，

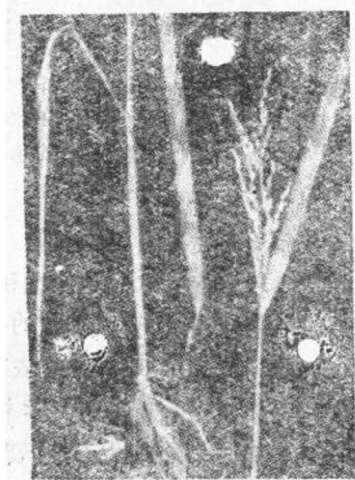


图1 稻株实物照片

经过一天，将植株烘干后，和X光胶片压在一起，经过一定时间“曝光”后，经过冲片，就得到稻株中 ^{14}C -杀虫脒分

布的自显影照片（图1为稻株实物照片，图2为稻株中 ^{14}C -杀虫脒放射性自显影照片）。

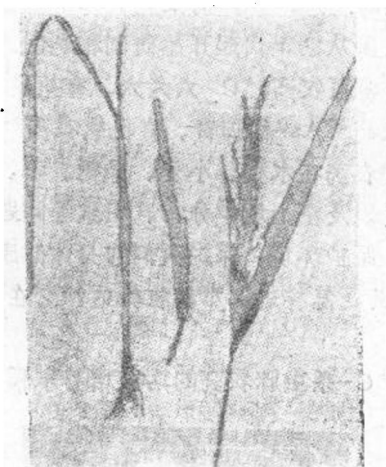


图2 稻株放射性自显影照片

从图2看到， ^{14}C -杀虫脒（显现黑色部分）被水稻根部吸收，并转移到茎、叶和穗。像这样观察到农药连续在整个植株中分布情况，是其它方法所不可能得到的。

2-2 稻田养鱼和施用农药

水稻-鱼共作，是我国南方水稻生产区和东南亚水稻生产国家的特点，这是一种既收粮食又养鱼的很好方式。目前正处于推广之中。在稻-鱼共作下施用的农药，对鱼的影响和危害如何？需要弄清楚。浙江农业大学核农学研究所用 ^{14}C 标记的呋喃丹农药作了稻-鱼生态系统的模拟试验。采用两种不同施药方法，即农药与土壤混合施入和直接施入土壤表面水。结果混合施用的呋喃丹在鱼体积累量很小（0.15 ppm）；直接施用的，开始呋喃丹在鱼体的积累量较前者高，而至试验结束时，其呋喃丹积累量与前者相近。这说明在农

药通常施用量下，对鱼没有什么影响。而在较大用量下直接施入土表水中，呋喃丹可能引起对鱼的急性毒性反应而造成危害。

2-3 什么时候施药是安全期？

用放射性标记农药，模拟田间条件（盆栽）在不同时期喷施作物。到收获时，测定农作物各部分的标记农药的残留量，再根据农作物食用部分允许的农药残留标准，计算出农药安全使用时期。例如： ^{14}C -稻脚青农药试验，结果是在收获前40天最后一次施药，其收获时残留量为0.9ppm。稻脚青允许残留量标准为1ppm。因此，收获前40天使用稻脚青农药是安全的。

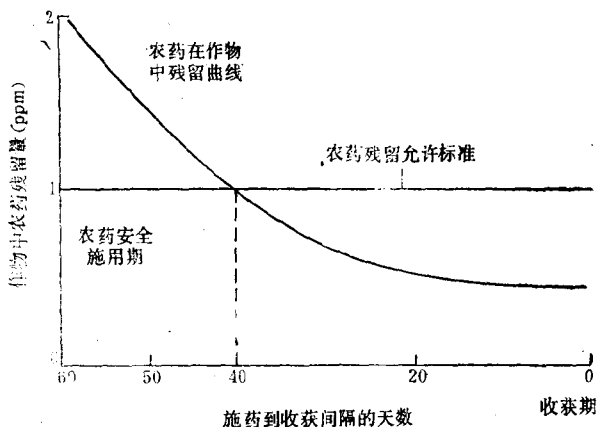


图3 作物施药安全期

2-4 农产品中残留农药超过允许标准怎么办？

大田施用的农药直接或间接（通过土壤、水体、大气）为农作物所吸收并转移到食用部分，再进入人体。在施药不

当的情况下，会使农产品中农药残留量超过允许标准，因此，农产品中残留农药的排除的研究为人们所关注。我们采用放射性同位素 ^{35}S 标记的农药，研究了稻米、水果和蔬菜中残留农药的排除。

吃水果削皮还是不削皮好？有人主张不削皮，理由是果皮含有维生素C，削掉可惜；也有人主张削皮，理由是果皮有农药等有害残留物。用 ^{35}S -甲胺磷示踪剂喷施苹果，经3天、10天后，采下苹果分别测定果肉和果皮，结果表明：有40%农药残留在果皮上，也就是说削去果皮，就可以排除去40%的残留农药。如果不削皮用水洗效果如何？经水洗果皮上农药的排除率可达50%，加0.1%中性洗涤剂水洗，效果更好。权衡利害，以削皮为妥。

你选白米饭还是糙米饭？有人喜欢吃精白米，也有人喜欢吃糙米（糙米含维生素B多），究竟精白米好，还是糙米好呢？要具体分析。用 ^{35}S 同位素标记的农药，喷施水稻，用以研究米粒中残留农药的分布及其排除情况。从图4看到，残留农药在糙米米粒中分布状况是从外到内，农药残留量逐渐减少，外层（糠层）残留量为内层（精白米）3倍多。根据残留农药分布情况，如何排除米粒中残留农药呢？做了两个试验，一是不同加工时间比较，二是不同水洗方法比较。

采用不同加工时间对米粒中残留农药排除效果的研究结果见表1。

表中结果告诉我们，农药残留物排除率随加工时间增加而增加，最高排除率达70%以上，说明米粒的农药污染用加工排除是有效的。

用水洗排除效果怎样？可以试一试：用20，40，60℃不