

原子能知識小丛书

上海市科学技术协会主編



原子能和农业

科技卫生出版社

原子能和农业

金忠成等编写

*

科技卫生出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版业营业许可证出093号

大众文化印刷厂印刷 新华书店上海发行所总经售

*

开本 787×1092 1/42 印张 12/21 字数 12,000

1958年12月第1版 1958年12月第1次印刷

印数 1—10,000

统一书号: T. 13119 · 238

定价: (七) 0.06 元

目 录

一、放射性同位素在农业上的应用.....	1
什么是放射性同位素.....	1
放射性同位素告诉我们怎样合理施肥.....	6
放射性同位素改变了过去碳素营养的概念.....	10
射线的利用.....	12
二、放射性育种.....	15
辐射怎样改变遗传性.....	15
怎样使用放射性同位素.....	16
放射性育种的成就.....	17
三、原子能杀虫.....	20

放射性同位素在农业上的应用

自从1949年9月苏联进行了第一次原子爆炸以后，苏联就不断大力发展原子能在各方面的和平利用。除了在动力方面建成了世界上第一座原子能工业电力站、制造了世界上第一艘原子能破冰船之外，在工业、医药卫生、农业以及其他科学方面，都取得了光辉的成就。我国在苏联无私的援助下，建立了原子反应堆，开始生产放射性同位素。我国已跨入原子能时代，要发动大家来办原子能科学，为生产建设服务。现在就同位素在农业上的应用问题，作一个简单的介绍。

什么是放射性同位素

地球上存在着几十万种的复杂物质。把这些复杂物质分解成简单的、不能再分解的物质，就是元素。到目前为止，已发现的元素共有102种。每种元素都由化学方法不能分解的细微粒子组成，这种粒子就是原子。

原子的结构好象太阳系：原子当中的原子核，

好象是质量巨大的太阳；原子外围的电子，好象是围绕太阳运行着的行星。（图1）

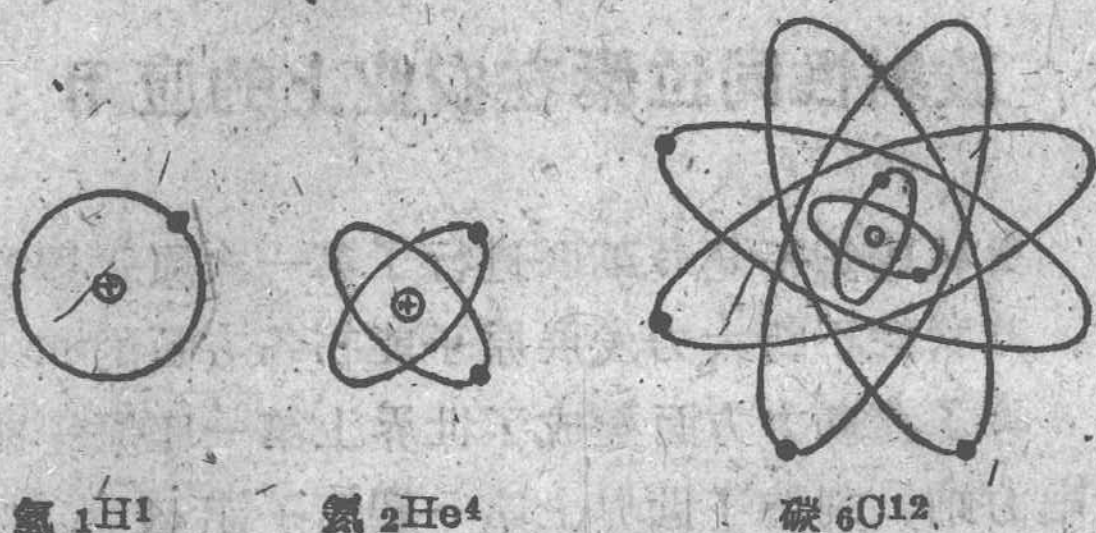


图1 几种元素原子构造图解

原子核由两种粒子——质子和中子组成（图2）。质子带正电，中子不带电。质子和中子的质量几乎

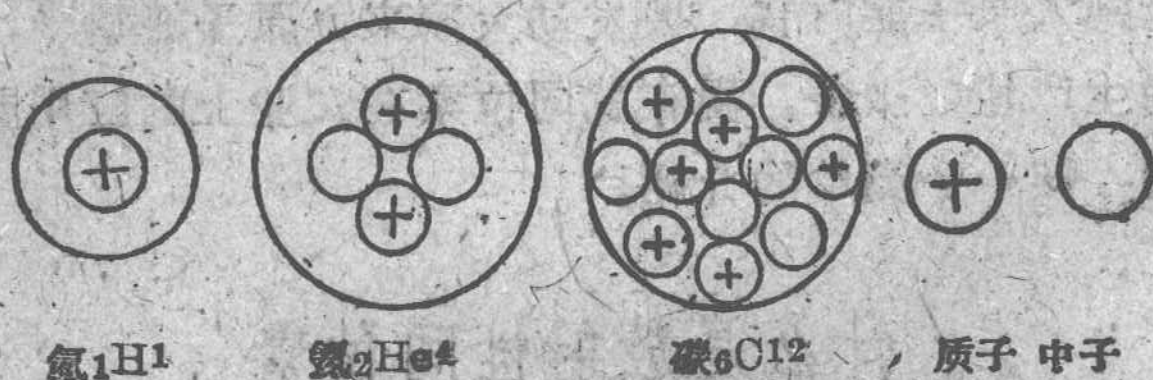
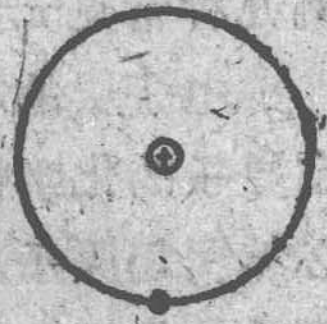
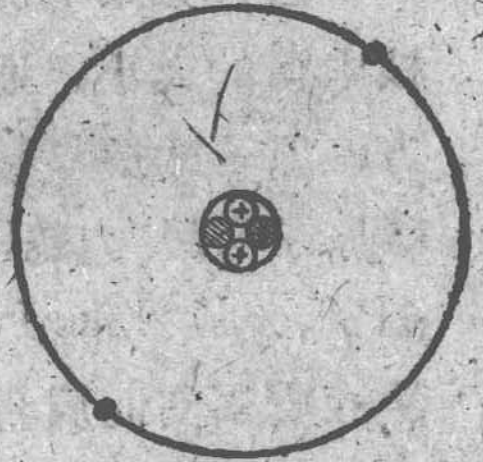


图2 原子核由质子和中子组成

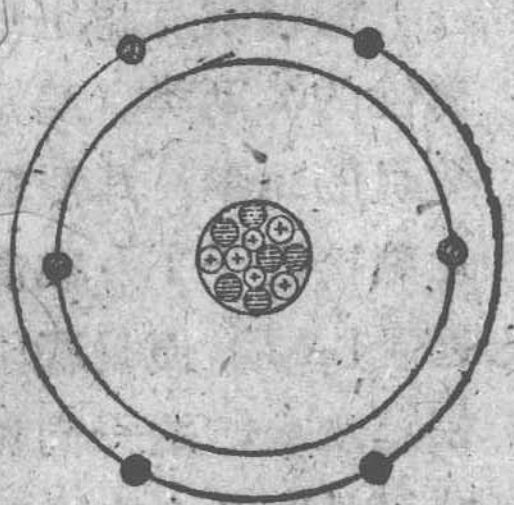
相等，它们的质量总和接近于整个原子的质量。原子核外的电子质量很轻，可以忽略不计。电子带负电，数目与质子相同，按一定的轨道绕着原子核旋转。这些轨道分成许多层，每一层中有许多轨道，每个轨道上只有1个电子。每一种元素的原子核外每一电子层上有一定数目的电子。从图3里可以看



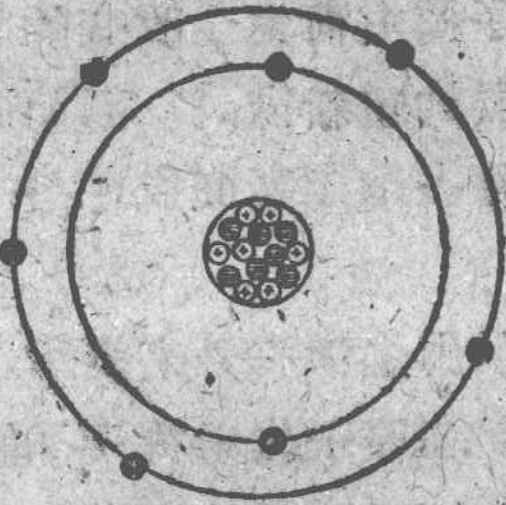
氢₁H₁



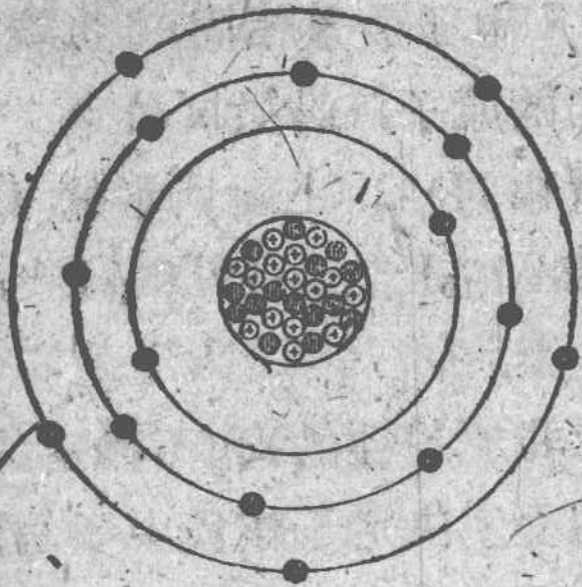
氦₂He₄



碳₆C₁₂



氮₇N₁₄



磷₁₅P₃₁

- ⊕ 质 子
- 中 子
- 电 子

图8 原子结构示意图

到几种常見元素的原子結構图解。(图 3)

电子层的結構，特別是最外层电子的多少，决定原子的化学性質，原子核电荷发生改变的时候，必然引起原子外圍电子层的重新排列，因而改变了原子的化学性質，也就是一个元素变成了另一个元素。

各种元素的原子可以用化学符号来表示。原子核电荷的大小，通常标记在原子化学符号的左下方；原子的质量数通常标记于符号的右上方。例如碳原子可以写成 ${}_6\text{C}^{12}$ 、 ${}_6\text{C}^{13}$ 和 ${}_6\text{C}^{14}$ ；磷原子可以写成 ${}_{15}\text{P}^{30}$ 、 ${}_{15}\text{P}^{31}$ 和 ${}_{15}\text{P}^{32}$ 。凡电子数量相同，也就是化学性質相同而质量不同的原子，叫做同位素（因为它们們在周期表中的位置相同）。上面所举的 ${}_6\text{C}^{12}$ 、 ${}_6\text{C}^{13}$ 和 ${}_6\text{C}^{14}$ 是碳的同位素； ${}_{15}\text{P}^{30}$ 、 ${}_{15}\text{P}^{31}$ 和 ${}_{15}\text{P}^{32}$ 是磷的同位素。

同位素有稳定的（非放射性的）和不稳定的（放射性的）两类。稳定的程度决定于核里中子与质子数目的比率。凡质輕的同位素，它們的中子、质子比率接近于1，或质量重的同位素，它們的比率接近于1.5的，便是稳定的同位素；中子与质子的比率相差愈大，这一同位素便愈不稳定。例如 ${}_6\text{C}^{12}$ 原子核里具有6个中子和6个质子，它的比率是1，因而是稳定的；而 ${}_6\text{C}^{14}$ 原子核里具有8个中子和6个质子，因而是稳定的。同样理由， ${}_{15}\text{P}^{30}$ 是稳定

的， $^{32}_{15}\text{P}$ 是不稳定的。

在不稳定的同位素原子核里，常自动地进行着中子变成质子或质子变成中子的核反应，并且同时放出射线，因此它们又常称为放射性同位素。

放射性同位素放出的射线通常有三种：1 甲种射线（ α -射线），它的一颗粒子具有4倍于质子的质量，带两个正电荷，是氦 ^4_2He 的原子核；（2）乙种射线（ β -射线），是带电的粒子；（3）两种射线（ γ -射线），

不带电，具有很高的能量，是光子组成的光子流（图4）。

在农业上常用的放射性同位素，多半是放出乙种射线的。放射性同位素放出射线后，就变成另外一种元素。

例如 $^{14}_6\text{C}$ 放出乙种射线后变成 $^{14}_7\text{N}$ ； $^{32}_{15}\text{P}$ 放出乙种射线后就变成 $^{32}_{16}\text{S}$ 。

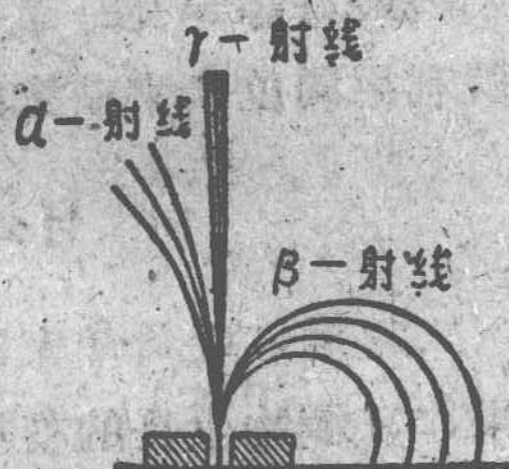


图4 放射性同位素放出的三种射线

稳定同位素和放射性同位素，由于原子量的不同和具有放射性，好象给元素标上了记号，使人能够利用仪器辨认和找到它们，因此这些同位素又称为标记原子或示踪原子。 ^{14}C 、 ^{32}P 、 ^{24}Na 、 ^{35}S 、 ^{45}Ca 、 ^{131}I 、 ^{59}Fe 、 ^{15}N 等都是农业上常用的标记原子（因为它们能放出射线），而 ^{12}C 、 ^{31}P 、 ^{23}Na 等就不是示踪原子。

放射性同位素告訴我們怎樣 合理施肥

誰都知道施肥能提高農作物的產量。但是在植物那些發育階段施肥最有效，怎樣施法，用那一種肥料最好等等都是重要的問題。在蘇聯，這些問題就利用同位素來研究解決。

什麼時候施肥？

根據蘇聯科學家運用放射性同位素來研究的結果，在植物生長的初期需要許多磷。小顆粒肥料可以助長植物的初期生長，而大顆粒的過磷酸鈣對於植物生長的後期有好处。

棉花、甜菜、向日葵、番茄、煙草以及某些果樹，在它某一段生長期間非常需要追加養分。但是通常植物在果實子房受精之後，從根部吸收營養元素的能力變弱，這時根外追肥就解決了這一問題。蘇聯利用標記原子方法，替根外追肥解決了一系列基本問題：植物葉面確能很好地吸收肥料，而且能很快地運往生殖器官或塊莖中去。

在棉花葉子上洒了放射性 P^{32} 後，葉子上的磷很快就送到花蕾中，減少子房的脫落。根外追肥

时，花蕾中磷的含量比以同量肥料施于土壤中时多8~10倍。棉花由于根外追肥，在不同的土壤气候条件下，增产约在10~30%。少量放射性磷用作根外追肥时，能使甜菜根的重量提高41%，放射性钙能提高根重21%。(图5)



图5 用同样分量的示踪磷肥，施于棉花的下部、中部和上部，证明以下部叶片中的磷最能迅速转运到花蕾中去。

怎样施肥？

实验证明，如果把肥料施在种子下方3—4公分的地方，种子发芽后2~3天，根就能与肥料会合；如果把肥料放在离种子5~6公分的地方，那么就需要3~4周后，根和肥料才能相遇。这一实验说明了平均撒布磷肥是不合适的，应该把磷肥穴施或沟施。这样，种子一发芽就能利用肥料。

标记原子法证明，棉花、玉米、小麦等对局部施肥的吸收比撒施好。苕苳在局部施磷肥时，最好能充分利用肥料；棉花在用种子拌肥的办法时，吸



图6 施用磷肥的方法不同，效果也不同：

1. 颗粒肥条施（施得较浅），只有作物幼株能吸收磷肥，大了就不能吸收；
2. 耕翻施肥（施得较深），作物幼株不能吸收磷肥，只有大了才能吸收；
3. 条施和耕翻施肥结合使用，作物幼株和长大后都能吸收到磷肥，作物长得很好。

（以上效果是利用示踪磷肥查明的）

收磷的百分率最高；在葡萄藤30—32公分深处穴施磷肥，比用过磷酸鈣水溶液灌施时进入植物快得多。

示踪过磷酸盐的試驗，也証明了淺施肥料只在植物的生長初期有益，而深施肥料則会在長时期內保証植物的磷素营养。合理的施肥應該把种子拌肥或淺沟条施与犁沟深施过磷酸盐結合起来，使植物在整个生長期內，都能得到良好的磷肥营养。（图6）

通过标记原子法，进一步証明腐殖质与过磷酸鈣混合施法，使馬鈴薯在3周內多吸收两倍多的磷肥，玉米多吸收8倍磷肥。因此，在生長初期条肥少量顆粒磷肥，而把有机矿物质混合肥料深施作为基肥的施肥法，是有效的。

放射性同位素改变了过去

碳素营养的概念

根部吸收二氧化碳

过去都认为植物需要的二氧化碳是通过叶子被吸收的。

苏联科学家利用放射性碳(C^{14})研究,发现根也能吸收土壤中的二氧化碳,把它固定以后转运到其他部分中去,用以合成各种有机化合物。从根部进入植物的二氧化碳,随栽培条件的不同而有变动,有时达到被植物同化碳素总量的25%以上。苏联科学家在田间条件下用碳酸盐施肥过的土壤上,马铃薯增产7%,大麦18%,菜豆17%左右;甜菜产量由于用碳酸铵代替氯化铵作为肥料,增加了40%。多年生牧草如果进行35—45公分深度的翻耕,经过20—30天就开始放出二氧化碳。这一过程在整个夏季都均匀地进行着,根系就能经常获得充分的碳素营养。塔什干的棉花,因此每公顷增产了35—51公担。

含光作用

苏联生物学家运用放射性碳 (C^{14}) 及稳定性同位素氮 (N^{15})，証明植物叶子在光合作用中生产的不只是醣类，而且还有蛋白质等物质。光合作用的产物，依植物种类、年龄和生活条件而不同。光綫的质、量与肥料配合使用，可以使光合产物有重大的改变：在紅黄光和磷鉀肥的情况下，植物主要合成醣类；在藍光和氮肥的情况下，促进蛋白质的形成。这样对通过环境条件来影响植物的发育性质，提供了实际的可能性，对温室栽培植物更有现实意义。

射綫的利用

放射性物質能够产生放射綫，直接或間接影响植物的生理过程，我們就可以有意識地控制植物，提高产量。苏联在这方面正进行着大量的研究工作。

射綫提高农作物的产量

用鈣和磷的放射性同位素稀薄溶液在播种前处理糖用甜菜种子后，发芽率提高，产量也提高17%；根的重量增加半倍到1倍。受处理后的种子長成第二代时，产量比一般甜菜种子高12—20%。放射性磷能促进春小麦的生長。

在低温下越冬的冬小麦用放射性鈣45处理种子时，微量的射綫对生長有明显的良好影响。

用放射性鈣45和鋅65处理亞麻种子，纤维用亞麻株高增

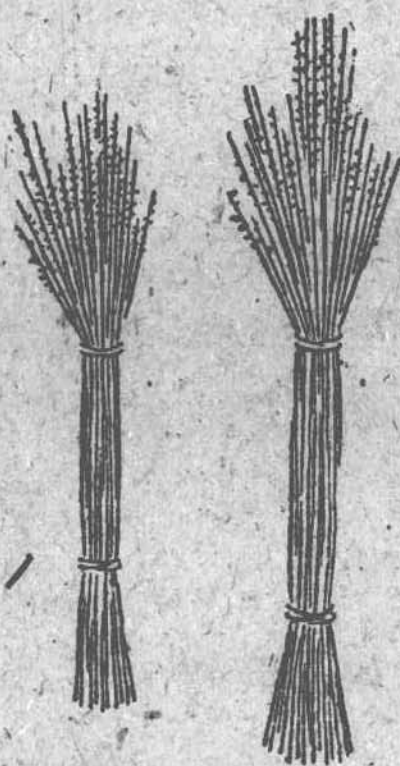


图7 用放射性鈣45和鋅65处理亞麻种子，纤维用亞麻株高增加，油用亞麻分枝增加。

加，油用亞麻分枝增加。(图7)

玉米在播种前用含有放射性磷的磷酸盐溶液浸过种子后，植株的产量增加4—9%；用放射性鋅处理过的增产8—17.5%；用放射性硫处理过的增产5.4—10%。

苏联利用天然放射性物质——含鈾、釷、鈾的頁岩，鐳和鈾，根据537个田間試驗和生長試驗，可将农作物按相对增产率的大小，分成以下几类：

(1)感应强的植物——增产20—40%以上

大麦、蕎麦、甜菜、甘藍、冬油菜、花椰菜、黃瓜、向日葵、油用亞麻、烟草、茶、櫻桃、檸檬等。

(2)感应中等的植物——增产10—20%。

燕麦、春小麦、玉米、豌豆、苜蓿、白扁豆、馬鈴薯、番茄、蘿卜、蒿苳、洋葱、纖維用亞麻、葡萄、苹果等。

(3)感应弱的植物——增产在10%以下

棉花、若干花卉等。

利用射綫防治虫害和貯藏农产品

利用射綫防治害虫，比用杀虫剂更好。因为害虫钻进种子内部、躲在土中或树皮内部，葯剂力量就不易达到，而射綫由于具有穿透力，因而仍然可以杀死这些害虫。

在农产品的贮藏方面，常利用射线进行粮仓消毒。马铃薯在长期贮藏中常会发芽，经过射线照射后，就可以抑制发芽。用放射性钴⁶⁰的射线，就可以使马铃薯保存一年而不变质，不发芽。（图8）

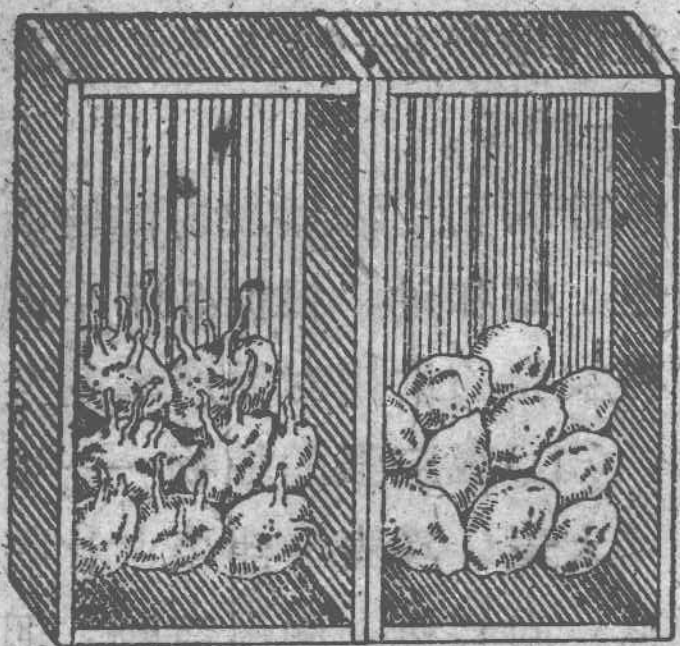


图8 用钴60射线处理过的马铃薯，可以保存一年而不变质，不发芽。（左、未处理过的马铃薯；右、已处理过的马铃薯）。

上面所讲的，不过是放射性同位素在农业上应用的一些普通的例子而已。

此外在其他农业部门中，象畜牧、养鱼、养蜂等，都可以利用放射性同位素来进行种种研究，以便进一步提高它们的生产率。原子能的和平利用，虽然在苏联也是不久前才开始的事，但在短短的几年中，已在各个经济部门中取得了伟大的成就。很明显，原子能的和平利用，在社会主义建设事业中有着无限广阔的前途。我国现已跨入原子能时代，放射性同位素的生产已经开始，原子能在我国农业上的应用，已经是马上就可实现的事了。（金成忠）