

原子能知識小丛书

上海市科学技术协会主編



原子能和生物学

科技卫生出版社

目 录

一、放射性同位素在生物学上的应用.....	1
1. 利用标记原子研究生物学上各种问题.....	2
(一) 血流得多快?	2
(二) 根外施肥为什么好?	3
(三) 生长刺激剂的作用	5
(四) 揭露光合作用的秘密	6
(五) 应该怎样给鱼池施肥	8
(六) 更合理地饲养牲畜	9
2. 辐射在生物学上的各种应用.....	12
(一) 贮藏的蔬菜不再发芽	12
(二) 促进种子发育生长	13
(三) 消灭害虫的好办法	13
(四) 增加蚕丝产量	14
二、利用标记原子研究植物光合作用的新发现...	15
氧气从哪里放出来?	15
黑暗中能不能进行光合作用?	17
根也会吸收二氧化碳吗?	17
碳水化合物和蛋白质究竟怎样形成?	19
不同的光照, 不同的产物.....	20

放射性同位素在生物学 上的应用

以苏联为首的社会主义阵营，都在以最大的努力，利用原子能于国民经济建设事业。我国在苏联的援助下，已经建立起第一座原子反应堆，并且已经开始运转，生产放射性同位素。

原子核内有取之不尽的能量，可以应用于生产建设的各个部门中。目前，利用原子核反应产生的各种放射性同位素，在苏联和其他国家已广泛地应用于工业、农业、医学和生物学各方面，解决了许多过去无法解决的问题，在工作方法上和思想上都起了革命性的作用。

这里，我们就放射性同位素在生物学上的应用，做一个简单的介绍。

1. 利用标记原子研究生物学上的各种問題

放射性同位素在生物学中的应用，可以分两个方面。现在先說第一个方面，就是利用放射性同位素作“标记原子”。“标记原子”就是放射性同位素的原子，它們的原子核放射出甲、乙、丙三种射线，就好像是它們的标记一样。我們可以在人体內，或是动物、植物体内加入少量的标记原子，然后追蹤它們的行动，用一种特別的計数管或是照相底片就可以发现它們的行踪。这里可以举些例子來說明怎样利用这个办法来研究、解决問題的。

血流得多快？

怎样知道你身体里的血流得多快呢？只要在食盐溶液里加进一些放射性鈉，你吃了进去，手中再握住一支計数管，經過几分鐘，計数管上就表示放射性鈉已經跑到了手部的血液里，也就是說已有一部分食盐进入了血液。如果你不信，抽出一些血来檢驗，就可以証明。用这种办法可以檢查血液在身体里的流动速度，和血液的循环情况。用計数管可以很方便地查出血液帶着放射性鈉流遍全身，进入

腎臟，最后排出体外。

如果在手上注入放射性生理食盐水，正常情况下，43秒鐘后在脚掌上就可以发觉放射性。如果患了动脉硬化的毛病，血液循环的速度减慢，这时間就会延長，甚至延長到103秒鐘。用这种办法就可以查出身体的疾病(图1)。

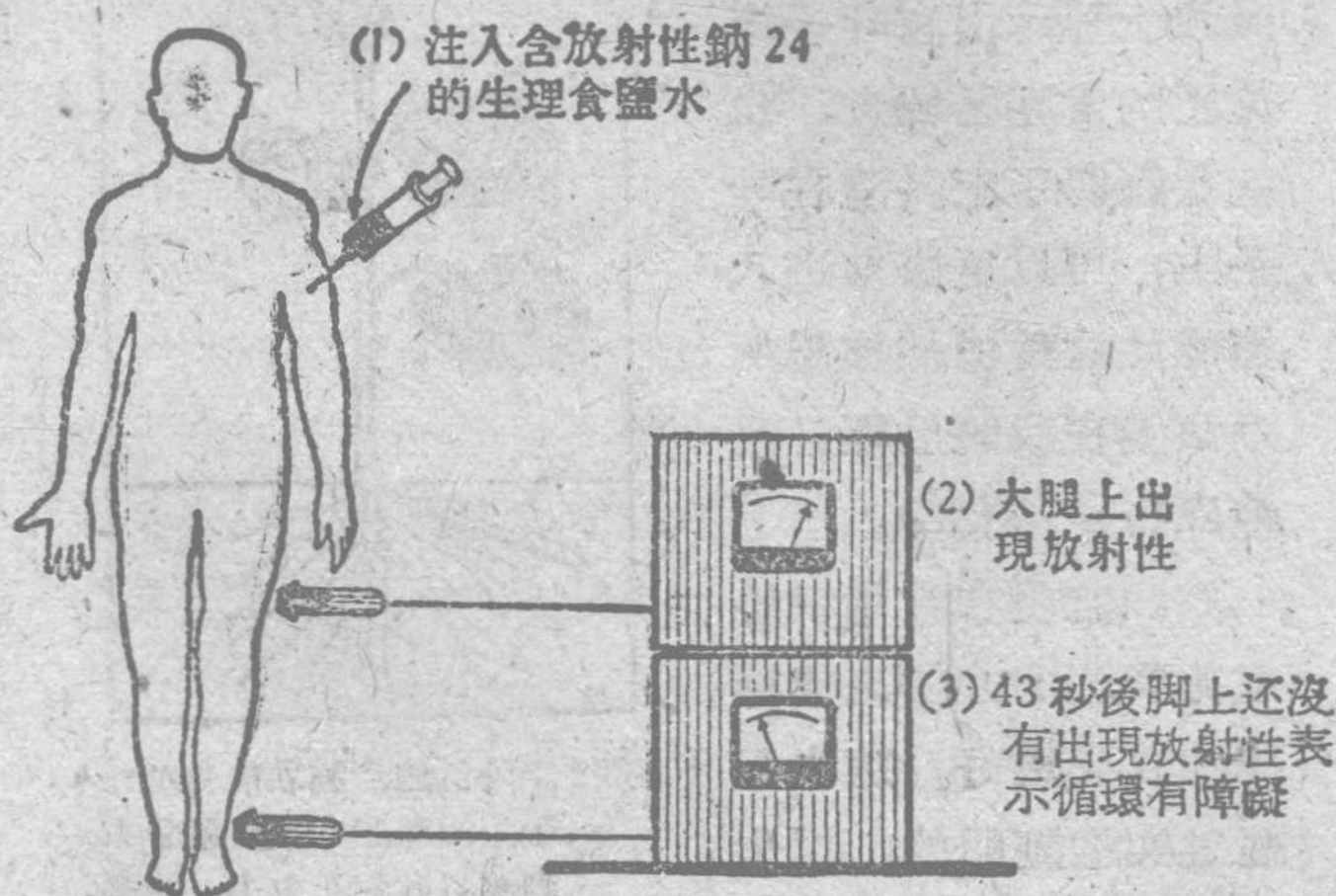


图1 用放射性鈉研究血液的循环，并診斷疾病。

根外施肥为什么好？

在磷酸肥料里加一些放射性磷，經過試驗，发现了噴到叶子上的肥料进到果实里的時間，要比施在根部土壤里的肥料来得快。

我們可以用两棵番茄来作試驗。在一棵的根部

土壤中澆下含有放射性磷的磷酸肥料，在另一棵的叶子上噴上相同的肥料溶液，經過几天，把这两棵番茄割下来，貼在一种特別的照相底片上，就可以在照片上看出发亮的地方，那就是标记原子（也就是放射性磷）的位置。照片上显示出在叶子上施肥的发亮区域大，也就是証明了肥料澆在叶子上，可以更快地进入植物。这种根外施肥的办法現在我們已經广泛地应用了（图2）。

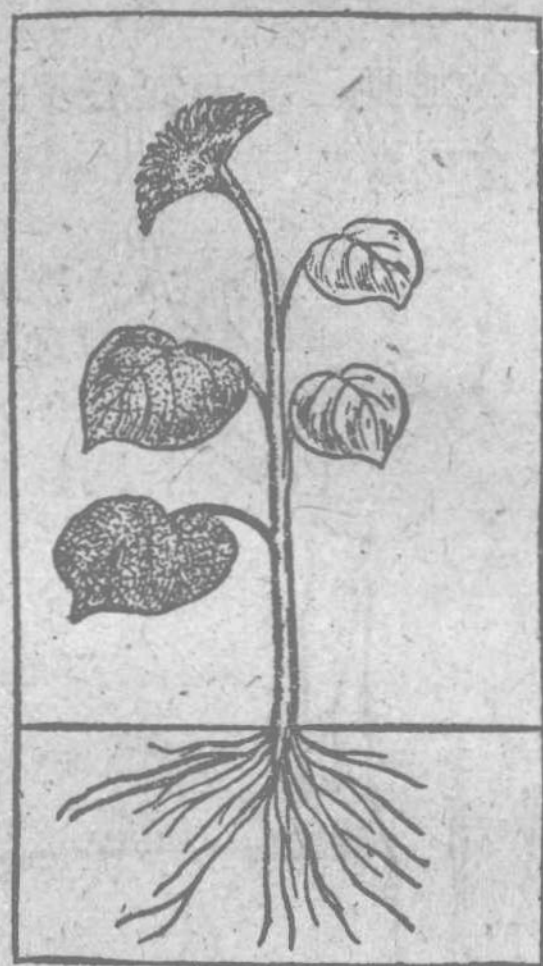


图2 根外施肥。施在向日葵叶子上的磷肥，很快就分布到莖、叶和花中去。这是利用含有放射性磷的磷肥查明的。

我們現在常用根外追施磷肥的办法来使棉花的收成更好。这也是經過实验証明的。用含有放射性磷的肥料，施在成熟期棉花的根部，在棉株中出現的放射性磷很少，这說明棉桃快成熟时棉花的根不大吸收肥料。但是如果把放射性磷肥洒在叶子上，很快地就在棉株中找到放射性磷，这說明叶子上也能吸收肥料。叶子上的磷很快地被輸送到花蕾中，所以就可以防止子房的脫落，增加了

棉花的产量(图3)。

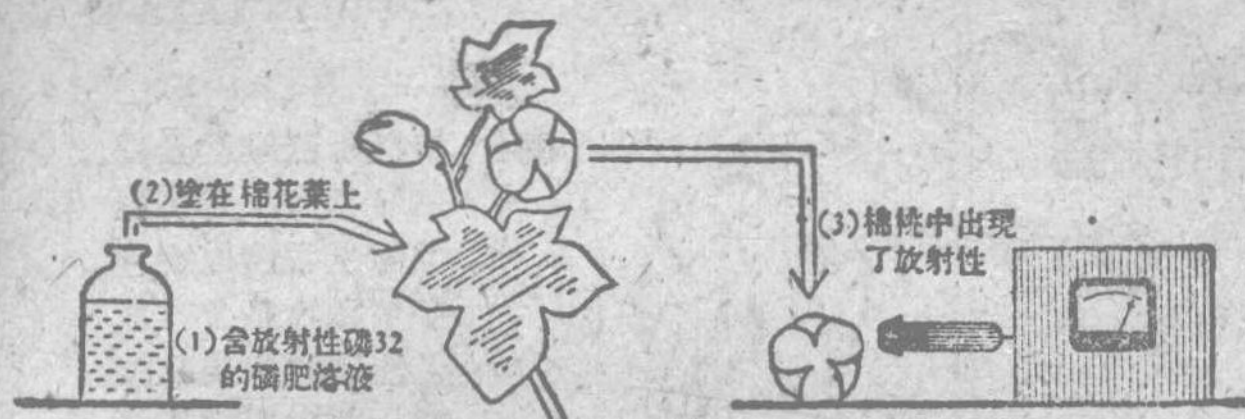


图3 棉花的根外追肥示意图。

生長刺激剂的作用

在現代农业中，正日益广泛地应用生長刺激剂来提高农作物的产量。例如在番茄开花的时候，用少量4-碘苯酚代乙酸噴在花序和子房上，就可以結出又大又甜的无子番茄，并且可以大大增加产量。这个方法現在我国若干大城市的郊区已广泛应用。这种葯剂还可以防止棉花的落鈴和枝叶徒長。这些特殊的生物学現象，只是在使用了标记原子之后才获得了解釋。例如把含放射性碘 131 的4-碘苯代乙酸的溶液供給番茄的植枝，就会发现放射性碘聚集在植物幼嫩的生長部分和果实內。如果濃度适当，可以使根和叶子中的营养物质順利地輸送到果实中来，因此可以刺激果实的生長，并延迟它的脫落。但如果濃度过大，就会引起相反的效果(图4)。



图4 用放射性碘检查番茄植株内生长刺激剂的分布情况。杯子里装的是含有放射性碘的生长刺激剂，图中小点的多少表示生长刺激剂集中的程度。

揭露光合作用的秘密

植物利用日光可以将二氧化碳和水分合成为糖类，这一个作用称为光合作用。揭露了光合作用的秘密，对于增高农作物的产量大有帮助，而且彻底搞清楚了光合作用的过程，将来我们就可以在工厂里用空气、水、日光来制造各种食物。现在利用放射性同位素，发现了很多新的现象，而且有些旧理论也被推翻了。

以前认为光合作用一定要在光的照射下才能进行。现在利用放射性碳作标记原子的研究指出，植物在黑暗中也能进行光合作用，只是在比光亮的地

方速度慢得多。利用放射性碳14的氧化物 ($C^{14}O_2$) 所做的实验证明，光合作用是分两步进行的。第一步是在光的作用下生成一种不安定的含氢化合物 (RH)，这种化合物积聚在细胞中。第二步是这种化合物与二氧化碳结合，这一步是不需要光的作用的。以后经过一系列的氧化还原等生物化学反应，最后生成碳水化合物和其他产物。

用放射性同位素做的实验还发现了，植物的光合作用不只产生糖类，而且还可以产生蛋白质、维生素等人类所需要的其他产

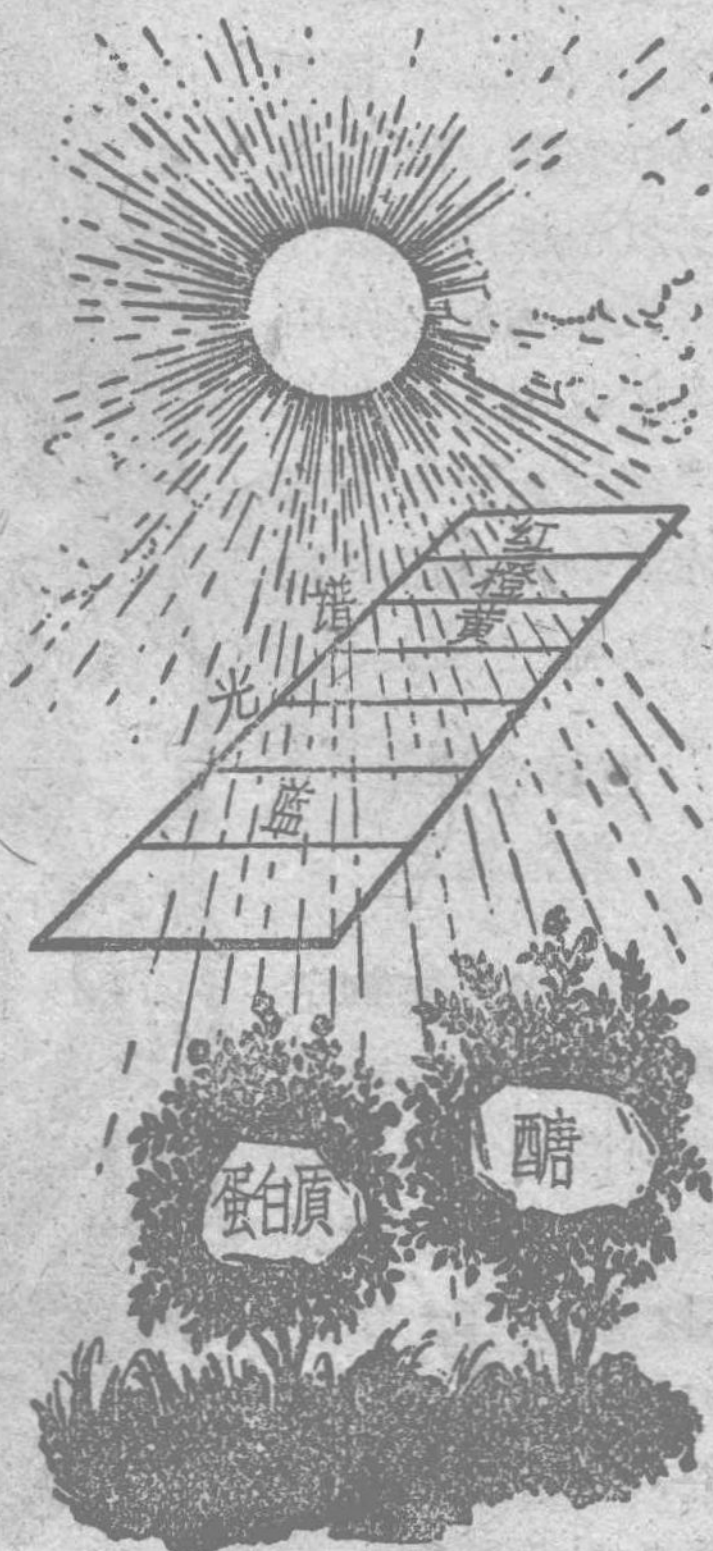


图5 利用放射性同位素研究证明，植物的光合作用不只产生糖类，而且产生蛋白质。还发现了太阳光的各段光谱有不同的作用，红光合成糖，蓝光合成蛋白质。

物。叶子在藍光下主要是合成蛋白質，而在紅、橙光下則合成糖(图5)(关于放射性同位素在研究植物光合作用中的应用，請参看“利用标记原子研究植物光合作用的新发现”一文)。

应该怎样給魚池施肥

在水生生物学和养魚业上，通过放射性同位素試驗也获得了許多新資料。根据在一个养魚的水庫上进行調查，知道在每1平方公尺水面中，水生植物通过光合作用每年所产生的养分，相当于125克



图6 “是否应该在魚池里施肥?”

碳回答：“应该。因为肥料足，水生植物長得旺，水中小动物也多起来，魚的口粮就有保障了。”

葡萄糖(图6)。水庫中的植物不只在夏季才进行光合作用，在冬季的冰层下也同样进行。

水庫中的植物不断进行光合作用，結果是有机物增加，充实水中无脊椎动物的食料，而这些小动物正是魚类的飼料。可見調整水庫中的养料，是能增高魚产的。

要提高魚类产量，还可以在初春当高級水生植物还没有長大时把无机肥料的水溶液傾入水庫內。施下有机肥料，就可在几年間多生長几倍水草和沼泽植物，从而提高魚的产量。

苏联科学家为了研究在养魚池中使用有机物质和矿物肥料的效果，把含有放射性磷32的肥料放入池內，并設計了一种特殊装置研究磷32被吸收的情况。实验結果指出，营养物质被水中的細菌和水草吸收得最快，然后被小的无脊椎动物所吸收，最后才进入魚体。同时也可以量出魚吸收营养物质的速度和数量。根据这些材料制定了飼养珍贵的鯉魚和鲢魚的先进飼养制度，使养魚池的单位面积产魚量增加了5倍。

更合理地飼养牲畜

在牲畜的飼料中混入一些含有放射性同位素的化合物，便能了解飼料在机体中被吸收和轉化的情况。这种研究在实践上很有意义，因为养分不論是

累积在机体内或者排出在机体外，同样影响牲畜的新陈代谢作用和生产指标，如挤乳量、剪毛量、产肉量和产脂肪量、产卵量等。

利用标记原子，也可以研究家畜吸收某些矿物质的过程和它们对家畜健康的影响。例如在牛和羊的饲料中，如果钴的含量低于1亿分之4—7时，牛羊就会发生病态。用放射性钴60，就能研究这些微量的钴在牛体内新陈代谢的情况。已经知道，钴是维生素乙-12的组成部分；而维生素乙-12在动物体内控制着红血球的生成，缺少了它就要患严重



图7 “钙是积贮在母鸡体内哪一部分？”

钙回答：“全贮在骨骼里。形成蛋壳时所需的钙，也是由骨组织供应的。”

的貧血病。

利用磷、硫、銅、鐵、碘等的放射性同位素，可以研究這些元素對牲畜的作用，從而改進飼料中無機鹽的配合。

又如產卵期的母雞，鈣的代謝作用非常旺盛。這因為每下一只蛋，母體就失去2克左右的鈣，如果按每年產卵200只計，大約要損耗鈣400克(圖7)，這個數量幾乎相當於整只母雞含鈣量的20倍，因此養雞的人不能不把充分的鈣及時喂給產卵的母雞。到最近為止，人們大多相信構成蛋殼的鈣，主要是來自雞的消化道，只有在缺乏鈣時才從骨骼作適量的補足。但是這種論點已被最新的實驗所否定。現已知道：在輸送鈣去形成卵殼之前，必須把鈣送到骨骼中先行積蓄起來，以後機體中消耗的鈣只能從骨中供應，而不是從消化道直接供應。

飼料中所含的葉綠素與有機體中合成血紅素是有密切關係的。兔子和小公牛吃了青綠飼料，經過吸收，在肝臟和骨髓中便有葉綠素所含的成分出現，可見葉綠素是參與造血機能的。機體中如果缺乏血紅素，便發生貧血症。

2. 輻射在生物学上的各种应用

利用放射性同位素放射出来的射线，特别是丙种射线，可以抑制动植物的生长发育，引起品种变异，杀灭微生物，还可以增高作物产量。

贮藏的蔬菜不再发芽

洋葱、马铃薯、水果、谷物用大剂量的丙种射线照射后，就可以抑制它们的发芽，这样就使贮藏的时间延长了。这是因为强大的射线能够抑制细胞的生长和代谢的原故。使用的办法也很简单。在仓库里存放马铃薯，既不需要冷气，也不必使仓库完全成为暗房，只要在马铃薯堆里放入一些金属管，在管中装着放射性钴-60，经过一定时间的照射，就把金属管取出来。马铃薯经过照射后，就可以保存九个月，直到夏天，马铃薯还是象刚从土里挖出来的一样新鲜，而且它们的养分也没有损失。

除了马铃薯，其他蔬菜如洋葱、胡萝卜等也都可以用这种办法来延长贮藏时间。

促进种子发育生長

用适度的射綫来照射种子，也能增加作物的产量。例如用丙种射綫照射黃瓜、蘿卜的种子，可以使种子的发芽又快又好，将来生長的时候，如果条件好，成熟也快，而且产量也可以提高。

如果把种子浸在含有放射性物質的溶液里，經過一天一夜的浸种，将来种植下去，同样可以提高产量。根据用豌豆做的实验，产量可以提高6—23%。

有些果树的种子和蔬菜不容易发育，这也可以用放射綫来照射它們，可以使它們迅速地生長。

消灭害虫的好办法

很多害虫是农作物的大敌人，現在都用杀虫药来消灭农作物的害虫。但是有很多害虫钻在泥土里或是树皮里，杀虫药透不进去，那就沒法可想了。現在我們可以用放射綫来消灭害虫。

射綫可以使害虫失去生殖的能力（破坏它們的生殖机能），还可以使幼虫失去发育的能力。有些射綫的穿透力很强，不管害虫躲在什么地方，射綫可以穿透进去发生作用。

在仓库里也可以用射綫来消灭害虫，使它們的发育受到抑制以至死亡。所以在粮食仓库用了射綫

来“消毒”，就可消灭害虫，减少粮食的损失。

对畜牧业有害的寄生虫或害虫，也可以利用射线来消灭。例如有一种螺旋虫蝇，对养牛业是极有害的。用射线照射这种蝇的蛹，由这些蛹生成的雄蝇就失去了生殖机能，达到灭绝这种蝇的目的。这种方法也有可能用来消灭其他的害虫。

应用射线杀灭微生物，一方面可以代替消毒，另一方面可以从杀灭的微生物来制备疫苗。这种疫苗的毒性低，而免疫的性能强。

增加蚕丝产量

应用射线处理桑蚕，可以增多雄性，获得产茧率高的品种。用丙种射线照射蚕茧，可以杀死蚕蛹，代替热处理而增加丝产量。在一定条件下用放射性同位素的射线照射菌种，可以获得生产抗菌素活性高的新品种，使链霉素、青霉素的产量提高。



将放射性同位素作为标记原子，或利用其射线，作为辐射源，对于国民经济和人类健康，都有密切的关系。我们必须打破迷信，解放思想，迅速掌握放射性同位素的技术，加速发展我国的科学和生产建设。（吕家鸿、王初民编）

利用标记原子研究植物

光合作用的新发现

光合作用是植物体内进行的重要而复杂的生理过程之一，直到今天，我们还没有完全了解它的全部过程。自从用标记原子来研究光合作用后，我们已经明确了光合作用过程中的一些重要环节，并且了解过去对光合作用的解释是错误的。现在进行研究所用的标记原子是：放射性同位素碳¹⁴、磷³²等，它的含量可以用计数器测定；非放射性稳定同位素氧¹⁸、氮¹⁵等，它的含量可以用质谱仪测定。

氧气从哪里放出来？

我们知道，绿色植物在光照下能把进入体内的水和二氧化碳合成碳水化合物，同时放出氧气。至于放出的氧气是从二氧化碳中来的呢，还是由水中来的呢？这个问题的解答对于了解光合作用的过程有很大意义，但是用普通的化学方法是不能解答的。过去的观点认为在太阳光的照射下，绿色叶子吸收的二氧化碳被分解后就放出氧气，碳和水结合而形成碳水化合物。

利用标记原子来研究，就得到了不同的结果。