

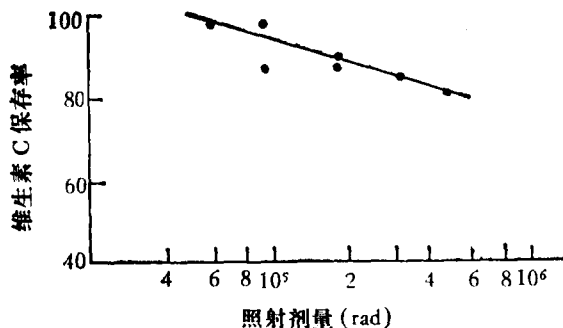


图8 土豆受照射后维生素C损失情况与剂量的关系

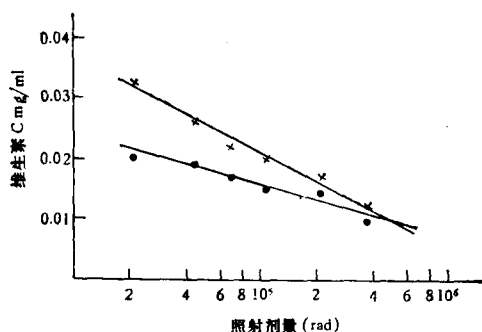


图9 苹果经辐照后维生素C损失与剂量的关系

+-+国光 ●—●黄香蕉

5.9 × 10<sup>4</sup> rad 时, 土豆中维生素C的损失低于2%, 剂量增大到 4.7 × 10<sup>5</sup> rad 时, 损失量不超过20%。而在同样条件下经乙醇处理过的土豆、维生素C几乎没有损失。

(3) 苹果中维生素C的辐射效应 苹果品种不同, 其成分各异, 而且随时间而发生变化。从图9的数据看出, “黄香蕉”中维生素C含量低于“国光”, 但抗辐射性较强, 这是否由于黄香蕉中含糖量较多, 还有待进一步研究。

## 参 考 文 献

- [1] 中国医学科学院劳卫所营养系: 《食物营养成分分析测定法》, 人民卫生出版社, 1961。
- [2] M. B. Jacobs著(李颖川译): 《食品化学分析》, 轻工业出版社, 1959。
- [3] Hajime Ogura et al.: *Radioisotope*, 19, 29, 1970.
- [4] Narasinga Rao B. S. *Radiation Res.*, 17, 683, 1962.
- [5] Barr, N. F. et al. *J. Am. Chem. Soc.*, 78, 303, 1956.
- [6] McDearman, G. F. et al.: *Radiation Res.*, 89, 468, 1982.
- [7] Tobback, P. P.: *Radiation Chemistry of Vitamins in "Radiation Chemistry of major food components"*, Amsterdam-Oxford-New York, 1977.
- [8] 梅田圭司: 《日本食品工业会誌》, 17, 55, 1970。

[本文于1983年6月20日收到]

# 乳化剂 OP-115 加水杨酸钠体系闪烁作用的研究

陈 荣 吴金水

(上海市农科院作物所农业物理室)

液体闪烁测量法作为一种新颖的同位素测量技术, 具有效率高、样品制备简单、无自吸收等优点, 应用十分广泛。闪烁液在测量中起着容纳样品, 进行能量传递和转换的作用, 配方种类繁多, 各有特点。Thomas 等曾报道: 在使用 TritonX-100 作切仑科夫计数的波长移位剂时, 加入水杨酸钠等其它波长移位剂后, 该体系即由切仑科夫计数体系变为液体闪烁体系。我们在实验中使用国产乳化剂 OP-115 代替 Triton X-100 得到类似的结果。

## 一、材料和仪器

乳化剂 OP-115 由上海市农科院和上海市农药所共同研制合成, 水杨酸钠为分析纯, <sup>32</sup>P 为中科院原子能所提供的医用无载体 NaH<sub>2</sub><sup>32</sup>PO<sub>4</sub>。<sup>14</sup>C-二氯丙酸钠为上海试剂总厂产品, 用 <sup>14</sup>C-正十六烷标准溶液(上海原子核所产品)标定, 强度为 1.17 × 10<sup>6</sup> dpm/ml。

二甲苯闪烁液配方: 二甲苯—PPO (5g/L)—POPOP (0.5g/L) + OP-115 [2:1 V/V]

放射性测量仪器为 FJ-353 双道液闪计数器。<sup>32</sup>P 及 <sup>14</sup>C 在各计数体系中的仪器工作点均选择该体系的最大积分效率。

计数瓶为低钾玻璃瓶，每样品计数液体积 10 毫升，计数二次，每次 1 分钟。每处理设三个重复，计数率取三个重复的平均值。

荧光扫描仪为 HITACHI MPF-4 型荧光分光光度计。

折射率测试用西德 ZEISS 折射仪。

二、实验结果

1. <sup>32</sup>P 在不同溶液中的计数效率

实验分析了 <sup>32</sup>P 在 30% OP-115 水溶液，1% 水杨酸钠水溶液和 70% 水 + 30% OP-115 + 1% 水杨酸钠中的计数效率，并与蒸馏水、二甲苯闪烁液进行比较。每个样品中均加入相同强度的 <sup>32</sup>P。表 1 的结果表明在水中加入 OP-115

表 1 <sup>32</sup>P 在不同计数溶液中计数效率的比较

| 计数溶液                       | <sup>32</sup> P | 计数率(cpm)  | 相对效率 |
|----------------------------|-----------------|-----------|------|
| 蒸馏水                        | 30μl            | 5913±26   | 29   |
| 1%水杨酸钠水溶液                  | 30μl            | 9512±32   | 47   |
| 30% OP-115 水溶液             | 30μl            | 11,623±36 | 58   |
| 70% 水 + 30%OP-115 + 1%水杨酸钠 | 30μl            | 20,811±48 | 103* |
| 二甲苯闪烁液                     | 30μl            | 20,073±47 | 100  |

\* 该处意外地高于二甲苯闪烁液，可能与仪器工作点有关。

或水杨酸钠时 <sup>32</sup>P 的计数效率都有提高，二者混在一起效率更高。

2. <sup>14</sup>C 在不同溶液中的计数效率 实验分析了 <sup>14</sup>C 在 OP-115，水杨酸钠水溶液以及二者混合液等计数液中的计数效率。每个样品中均加入 5.85 × 10<sup>4</sup>dpm 的 <sup>14</sup>C-二氯丙酸钠。从表 2 结果可见 OP-115 的水溶液对 <sup>14</sup>C 计数率极低，水杨酸钠水溶液接近于本底水平。当二者混合后对 <sup>14</sup>C 有较高的计数效率，但比二甲苯闪烁液低，且与 OP-115 的浓度有关。此处 <sup>14</sup>C 在 70% 水 + 30% TritonX-100 + 1% 水杨酸钠中的计数效率低于 Thomas 等的报道值，

这可能是仪器的原因。

表 2 <sup>14</sup>C 在不同溶液中计数效率的比较

| 计数溶液                           | <sup>14</sup> C               | 计数率(cpm)  | 绝对效率(%) |
|--------------------------------|-------------------------------|-----------|---------|
| 30%OP-115 水溶液                  | (dpm)<br>5.85×10 <sup>4</sup> | 503±10    | 0.85    |
| 1%水杨酸钠水溶液                      | (dpm)<br>5.85×10 <sup>4</sup> | 64±2      | 0.11    |
| 100%OP-115                     | (dpm)<br>5.85×10 <sup>4</sup> | 3,372±24  | 5.7     |
| 70% + 30%OP-115 + 1% 水杨酸钠      | (dpm)<br>5.85×10 <sup>4</sup> | 9,201±39  | 16      |
| 1%水杨酸钠 OP-115 溶液               | (dpm)<br>5.85×10 <sup>4</sup> | 29,351±70 | 50      |
| 5g PPO/L OP-115 溶液             | (dpm)<br>5.85×10 <sup>4</sup> | 28,356±69 | 48      |
| 二甲苯闪烁液                         | (dpm)<br>5.85×10 <sup>4</sup> | 44,866±86 | 77      |
| 70%水 + 30%TritonX-100 + 1%水杨酸钠 | (dpm)<br>5.85×10 <sup>4</sup> | 10,150±41 | 17      |

三、讨 论

根据以下几点我们认为 OP-115 + 水杨酸钠体系是一个液体闪烁体系。

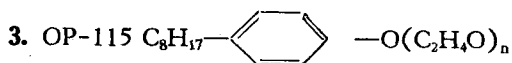
1. 该体系对 <sup>32</sup>P 的计数效率高于一一般切仑科夫计数体系，且能检测能量低于切仑科夫辐射阈能的 β 粒子。表 1 中 70% 水 + 30% OP-115 + 1% 水杨酸钠体系中 <sup>32</sup>P 的计数效率显著高于二者单独存在时的效率。我们以前的实验表明 OP-115 和水杨酸钠作为波长移位剂能提高 <sup>32</sup>P 在水介质中的切仑科夫计数效率。OP-115 加入水中既能增加折射率，也能提高计数效率。但仅根据这二点难以解释实验结果，这在 <sup>14</sup>C 实验中更为明显。按照切仑科夫计数理论，在一定的介质中产生切仑科夫辐射的 β 粒子有一个能量阈值。此值与介质的折射率有关，只有能量高于这一阈值的 β 粒子才能产生切仑科夫光子。表 3 列出了 OP-115 和水杨酸钠水溶液的折射率及与之相对应的 β 粒子阈能。<sup>14</sup>Cβ 粒子的最大能量为 156KeV，均低于上述体系的阈值，理应没有计数效率。但是结果表明 <sup>14</sup>C 在 70% 水 + 30% OP-115 + 1% 水杨酸钠中得

到16%的计数效率,在1%水杨酸钠 OP-115 溶液中则更高。我们认为只有液体闪烁体系才有类似作用。

表 3 OP-115 和水杨酸钠体系的折射率及阈能

| 介质体系                        | 折射率   | 阈能(KeV) |
|-----------------------------|-------|---------|
| 1%水杨酸钠水溶液                   | 1.334 | 261     |
| 30%OP-115 水溶液               | 1.378 | 232     |
| 70%水+30%OP-115 + 1%<br>水杨酸钠 | 1.379 | 231     |
| 100% OP-115                 | 1.488 | 179     |
| 1%水杨酸钠 OP-115 溶液            | 1.483 | 181     |

2.  $^{32}\text{P}$ 、 $^{14}\text{C}$  在这一体系中的脉冲幅度分布谱形与液体闪烁发光的谱形相似。由于切仑科夫辐射和液体闪烁发光的机制不同,它们的脉冲幅度分布也应各有特点。一般认为  $^{32}\text{P}$  在纯水中的脉冲幅度分布谱形为典型的切仑科夫辐射谱,  $^{14}\text{C}$  在二甲苯闪烁液中的脉冲幅度分布为典型的液体闪烁谱。我们在实验中分别分析了  $^{32}\text{P}$  在蒸馏水、30%OP-115 水溶液、1%水杨酸钠水溶液、70% 水 + 30% OP-115 + 1% 水杨酸钠,  $^{14}\text{C}$  在二甲苯闪烁液, 1% 水杨酸钠 OP-115 溶液、5g PPO/LOP-115 溶液及 70% 水 + 30% OP-115 + 1% 水杨酸钠中的脉冲幅度分布。结果为前三者相似; 后五者相同, 为另一类型。这说明  $^{32}\text{P}$  在 30%OP-115 水溶液和 1% 水杨酸钠水溶液中的发光机制与纯水中的没有多大区别, 都为切仑科夫辐射。而在 70% 水 + 30%OP-115 + 1% 水杨酸钠中则起了本质变化, 成了液体闪烁发光。 $^{14}\text{C}$  所得的结果也表明  $^{14}\text{C}$  在 1% 水杨酸钠 OP-115 溶液, 70% 水 + 30% OP-115 + 1% 水杨酸钠、5gPPO/LOP-115 溶液中的发光机制和二甲苯闪烁液中是一样的, 都为液体闪烁发光。



$\text{H}(n \approx 7)$  和水杨酸钠二者都具有发射荧光的

结构。它们都有一个苯环, 都有共轭双键和  $\pi$  电子结构。水溶液中 OP-115 的荧光发射峰在350nm, 水杨酸钠在 412nm 处。

按照 Thomas 等的观点, TritonX-100 + 水杨酸钠体系中, TritonX-100 起了闪烁溶剂的作用, 水杨酸钠则为第一闪烁体。我们以 5g PPO/L OP-115 溶液测量  $^{14}\text{C}$ , 并与 1% 水杨酸钠 OP-115 溶液进行比较。结果二者的计数效率不但十分接近(见表 2), 而且其脉冲幅度分布也相同。由此我们推断在这一体系中水杨酸钠起了与 PPO 相似的闪烁体作用, OP-115 则起闪烁溶剂作用。

4. 该体系和一般液体闪烁体系一样有化学淬灭现象。曾报道切仑科夫辐射不受化学淬灭影响, 而液体闪烁体系易受化学淬灭影响。我们对此作了如下验证: 在含  $^{32}\text{P}$ , 体积为 10 毫升的 70% 水 + 30%OP-115 + 1% 水杨酸钠样品中加入 100 微升强化学淬灭剂四氯化碳以后, 其计数率由原来的 20,073cpm 下降到 15495 cpm。

与目前普遍使用的闪烁液相比, OP-115 + 水杨酸钠体系的计数效率还较低, 尚不能检测  $^3\text{H}$  等发射能量很低的  $\beta$  粒子。但是, 它的特点是不用有机溶剂, 而以乳化剂作溶剂, 水脂兼溶, 样品容量大, 且无毒, 无臭味, 稳定, 不燃烧。假如配上合适的闪烁体, 提高其计数效率, 有可能成为一个较理想的闪烁液体系。

## 参 考 文 献

- [1] 中国科学院生物物理研究所“液闪”编译组编译《液体闪烁计数及其在生物学中的应用》, 科学出版社, 1979 年。
- [2] 中国医学科学院第七研究室主编《同位素技术及其在生物医学中的应用》, 科学出版社, 1977 年。
- [3] 陈子元等《核技术及其在农业科学中的应用》, 科学出版社, 1983 年。
- [4] Thomas F. Kellogg; *Int. J. Appl. Radiat, Isotopes*, **33**, 165, 1982。
- [5] Ginkel, G.V.; *Int. J. Appl. Radiation Isotopes*, **31**, 307, 1980。

【本文于 1983 年 6 月 20 日收到】