核 农 学 报 2005 ,19(2) :105～108
Acta Agriculturae Nucleatae Sinica

文章编号 :1000-8551(2005)02-105-04

辐照后食品超微弱发光性质的变化

张世民　傅俊杰　包劲松
(浙江大学原子核农业应用研究所 , 浙江 杭州　310029)

摘　要 :干燥物质经过辐照处理后 ,其超微弱发光性质会发生一些变化。经过对多种样品辐照前后的超微弱发光性质的研究 ,依据加入测量液前后的发光变化 ,发现其超微弱发光可以分为四种情况 : (1) 辐照后在加入测量液的情况下产生辐照特征峰 ; (2) 超微弱发光性质始终无变化 ; (3) 辐照本身对超微弱发光性质无影响 ,测量液的加入使样品在辐照前后均能产生一明显超微弱发光峰 ; (4) 辐照激发超微弱发光 ,测量液对此超微弱发光有猝灭作用。上述超微弱发光性质可以应用于辐照食品的检测。

关键词 :超微弱发光 ;辐照食品检测

THE CHANGESDF ULTRA-WEAK CHEMILUMINESCENCE OF IRRADIATED MATERIALS

ZHANG Shi-min　FU Jun-jie　BAO Jin-song
(*Institute of Nuclear Agricultural Sciences , Zhejiang University , Hangzhou , Zhejiang* , 310029)

Abstract :Ultra-weak chemiluminescence of dry materials can be changed by irradiation , which can be detected by Ultra-weak chemiluminescence Detector. Ultra-weak chemiluminescence of tested food samples can be divided into four types : (1) a peak of ultra-weak chemiluminescence of irradiated samples appeared by adding detecting solution ; (2) no changes before and after irradiation treatment ; (3) a peak of ultra-weak chemiluminescence can be observed whether the sampled treated by irradiation or not. ; (4) ultra-weak chemiluminescence can be induced by irradiation , but quenched by detecting solution. Some of the properties of ultra-weak chemiluminescence can be used in the qualitative determination of food irradiation.

Key words : ultra-weak chemiluminescence ; detection of irradiated food

辐照加工技术在食品保鲜、灭菌等方面得到了广泛应用。虽然长期的研究结果证明经过辐照的食品是安全的 ,限制或者慎重应用辐照技术的情况仍有发生。如国际有机农业运动联盟 (IFOAM) 关于有机农业生产和加工的基本标准中明确规定不允许使用辐射加工方法[1] ,再加上国际标准中对辐照食品标识的规定 ,因此对辐照食品进行鉴定甄别是非常有现实意义的。

在过去的十几年采用最先进的分析手段研究辐照食品的检测[2～6] ,产生了多种辐照食品检测方法。目前欧盟的标准方法中对辐照食品的检测方法主要有 3 类 ,即化学分析法、生物学分析法和物理分析法。化学分析法主要有用于测定含脂肪的辐照食品中烃类物质的气相色谱分析、2-甲基环丁酮的气质联用分析等 ;生物学方法有 DNA 的彗星电泳法 ;物理分析法包括 ESR 分析法和热释光 (TL) 技术[7] ,以及光激发光法 (PSL) 。相比于化学分析法和生物学方法 ,物理分析法有其操作程序简便速度快的优点 ,但应用有局限性。目前受到关注的另一种物理检测方法是超微弱发光技术[8] 。该技术是分析物质辐照后其超微弱发光性质的改变 ,但超微弱发光具有复杂性。本文对辐照后样品的超微弱发光特性的形式进

收稿日期 :2004-02-07
基金项目 :浙江省测试基金资助 (04165)
作者简介 :张世民 (1971 -) ,男 ,福建人 ,助理研究员 ,在职博士生 ,从事生物物理学研究。傅俊杰为通讯作者 ,Email : Fujj @zju.edu.cn

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

行探讨。

1 材料与方法

1.1 试验材料

葡萄糖、蔗糖、红糖、淀粉、奶粉、味精、虾粉、胡椒粉和太平加钙海苔苏打饼干纤维素等 10 种材料均在食品超市购买。维生素、氯化钠、碳酸氢钠、氯化钾、硫酸镁、甘氨酸、赖氨酸、丙氨酸、胸腺嘧啶、小牛胸腺 DNA 和牛血清白蛋白等 11 种材料均在学校化学试剂公司购买。以上所有试验材料都用 PE 袋包装,每袋 25g。

1.2 辐照方法

辐照在浙江大学辐照中心进行,辐照源为^{60}Co γ 源,放射性活度为 4.44 ×10^{15}Bq,用 Fricke 剂量计测定剂量场的吸收剂量。辐照剂量为 3 和 5kGy,剂量率 1kGy/h。每处理重复 3 次。

1.3 超微弱发光分析

采用中科院生物物理所制造的超弱微发光仪(BPCL-Ⅳ型)进行测试,测量室温度 35 ±0.5 ℃,探测器高压为 800V。辐照后 7d 测量。测量样品质量为 0.05g,测量时间为 100s,每秒计数 1 次。每样品测定两次:第 1 次是在干燥、不加测量液的状态下进行;第 2 次则是在不打断测量进程的条件下,在测量进行到 30s 左右的时候加入 2ml 测量液[7]。

2 结果与分析

总结样品辐照前后的超微弱发光性质,可归纳为以下 4 种情况:

2.1 辐照前后的干燥样品没有差别,加入测量液辐照后样品后出现差别

从图 1 可以看出,辐照前后的葡萄糖干燥样品的超微弱发光曲线均随着测量时间上下波动,并且两条曲线相互缠绕,无法区分开来。这表明,辐照后的葡萄糖干燥样品的超微弱发光没有发生可观测到的变化。从图 2 可以看出,加入测量液,辐照后的葡萄糖的超微弱发光曲线与未辐照的葡萄糖相比表现出明显的不同:在测量液加入时,辐照后的葡萄糖出现了一个尖锐的发光峰,峰高是未辐照样品的平均发光强度的 133 倍,而未辐照的葡萄糖则无此峰。有此类现象的样品有葡萄糖、蔗糖、红糖、奶粉、碳酸氢钠和胡椒粉等。

2.2 辐照前后的干燥样品没有发光差别,加入测量液后也无明显的差别

辐照前后味精的超微弱发光曲线与葡萄糖相似,加入测量液,辐照后的味精的超微弱发光曲线与未辐照的味精相比也无明显的差异,即在测量液加入后,辐照后的味精曲线无发光峰。具有这样的发光性质的样品有味精、甘氨酸、赖氨酸、丙氨酸、纤维素、维生素、淀粉、氯化钾、硫酸镁、小牛胸腺 DNA 和牛血清白蛋白等。

2.3 辐照前后的干燥样品没有差别,加入测量液后无论辐照与否均出现发光峰

图 3 是对饼干干粉末碎片的超微弱发光测量曲线图,辐照样品曲线与未辐照样品曲线差别不大。但对照与辐照样品的发光计数均明显高于本底(正常本底为每秒 20 左右),表明该干燥样品粉末本身包含具有超微弱发光性质。图 4 清楚地表明该样品无论辐照与否,均在加入测量液后呈现一超微弱发光峰,且该峰峰高、峰面积、峰形状基本不受辐照的影响。目前检测到具有此性质的样品只有这种饼干。

2.4 辐照前后的干燥样品存在差别,在加入测量液后也有差别

图 5 表明未辐照过的 NaCl,无论是否加入测量液,均检测不到超微弱发光现象。从图 6 可以看出辐照导致 NaCl 产生很强的超微弱发光,但测量液加入后,发光强度迅速下降到只有原来的 20 %左右。说明这种发光可以被测量液所猝灭或者抑制。该类样品主要有 NaCl 和虾粉。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

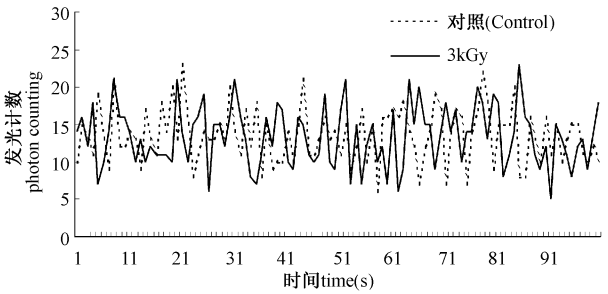


图 1　辐照前后葡萄糖干燥样品的超微弱发光图

Fig. 1　Ultra-weak chemiluminescence of irradiated and unirradiated dry glucose

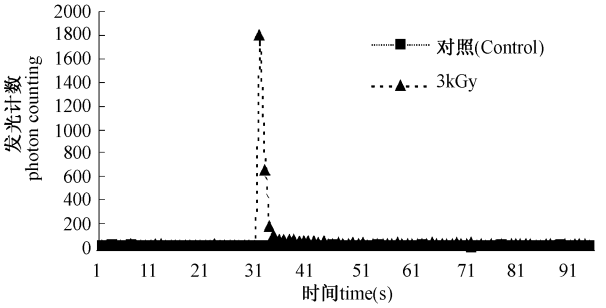


图 2　辐照前后葡萄糖加入测量液后的超微弱发光图

Fig. 2　Ultra-weak chemiluminescence of irradiated and unirradiated glucose with solution added during measurement

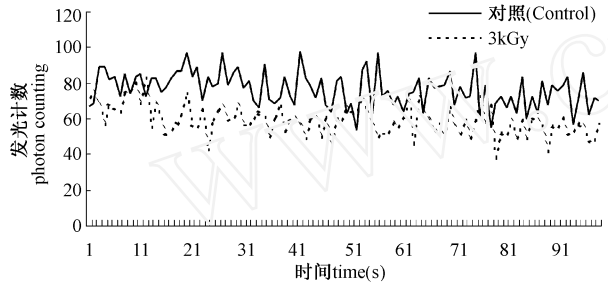


图 3　辐照前后太平加钙海苔苏打饼干干燥样品的超微弱发光图

Fig. 3　Ultra-weak chemiluminescence of irradiated and unirradiated dry biscuit

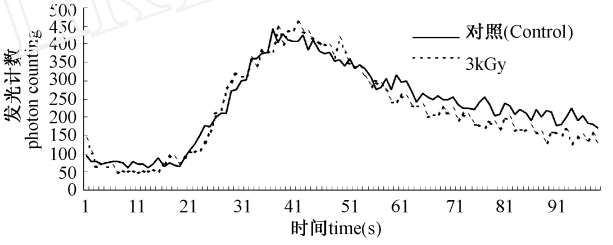


图 4　辐照前后太平加钙海苔苏打饼干加入测量液后的超微弱发光图

Fig. 4　Ultra-weak chemiluminescence of irradiated and unirradiated biscuit with solution added during measurement

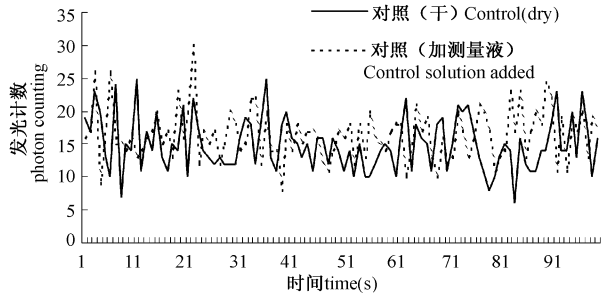


图 5　未辐照的 NaCl 在测量液加入前后的超微弱发光曲线图

Fig. 5　Ultra-weak chemiluminescence of unirradiated NaCl with and without solution added during measurement

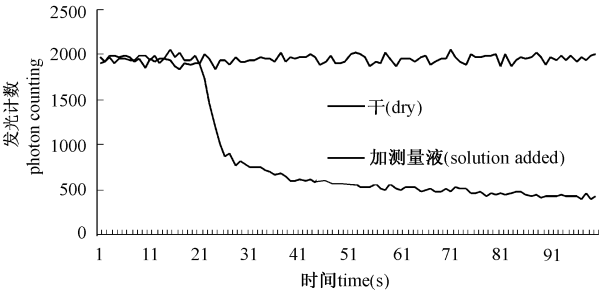


图 6　辐照后的 NaCl 在测量液加入前后的超微弱发光曲线图

Fig. 6　Ultra-weak chemiluminescence of irradiated (3kGy) NaCl solution added during measurement

3　讨论

从以上试验结果可以看出,辐照对样品的超微弱发光性质的影响是比较复杂的。辐照对一些样品超微弱发光无影响,表现为两种情况:一种样品本身具有一定的超微弱发光性质,且这一性质不随辐射发生变化,如结果 2.3;另一种样品本身不具有化学发光性质,在辐照后也依然不产生化学发光现象,如

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Acta Agriculturae Nucleatae Sinica
2005 ,19(2) :105～108

结果 2.2。除此之外 ,辐照对超微弱发光的影响有两种截然相反的现象 :一是增加干燥样品的超微弱发光水平 ,且该发光会被测量液所猝灭 ,出现这种现象的样品主要有 NaCl、虾粉等 ;二是不影响干燥样品的超微弱发光水平 ,但是在测量液加入后 ,出现一个集中的光释放现象 ,产生一个与辐照密切相关的超微弱发光特征峰。有这种性质的样品比较多 ,如葡萄糖、蔗糖、红糖、奶粉、$NaHCO_3$ 等。

这后两种与辐射密切相关的性质可以被应用于食品的辐照检测。本作者已经完成辐照奶粉、辐照糖类检测的研究[7] ,就是对这种性质的应用。由于产生了特征发光峰 ,因此可以非常明确进行辐照定性。具备这种性质的样品较多 ,可以推测该方法的实际应用范围应该较广。而有些样品测量液对发光具有猝灭作用的性质 ,也有实际应用的潜力。两种性质都有一个共同点 ,其超微弱发光性质的变化发生在测量液加入前后 ,因此 ,都能够在没有对照样品的前提下应用于辐照样品的检测。

对于辐射如何影响样品的超微弱发光性质、造成两种相反的超微弱发光变化的机理 ,以及一些物质的超微弱发光性质不受辐射影响的原因 ,目前还不清楚 ,还有待于进一步的深入研究。

参考文献:

[1] IFOAM Basic Standards for Organic Production and Processing. IFOAM General Assembly , 2002
[2] Mniyahara M ,Saito A , Ito H , Toyoda M. Identification of low level gamma irradiation of meats by high sensitivity comet assay. Radia phys and chem. 2002(63) :451～454
[3] 秦志荣. 食品辐照与辐照食品的检测. 食品工业 ,2000 ,(2) :39～41
[4] 吴文元. 辐照食品鉴别方法进展. 无锡轻工业学院学报 ,1997 ,15 :25～27
[5] Raff J. Identifying irradiated foods. Trend in Analytical chemistry ,1998 , 17(4) : 226～233
[6] Delincee H. Analytical methods to identify irradiated Food-a review. Radian phys and chem , 2002 ,63 :455～458
[7] 张世民 ,傅俊杰 ,包劲松. 超微弱发光分析法在辐照糖类检测中的应用(I) . 核农学报 ,2003 ,17(3) :231～232

(上接第 137 页)

通过对建立的回归模型参数的求解 ,并结合参数的生理学意义和依据参数的差异分析了 4 种供试蔬菜对 γ 射线的辐射敏感性 ,依次为 :落葵 > 莴苣、生菜 > 青菜 ,其结果也与我们应用电阻法测试蔬菜叶片辐射敏感性的结果基本一致[6] 。

参考文献:

[1] 李合生主编. 植物生理生化实验原理与技术. 北京 : 高等教育出版社 ,2000 , 164～168
[2] 宋道军 , 等. 修复抑制剂对不同敏感性作物超氧化物歧化酶、过氧化氢酶和过氧化物酶活性的影响. 核农学报 ,1997 ,11(2) :93～96
[3] 胥耀平 , 等. 不同 pH、温度和水分胁迫对栾树 SOD 的影响. 西北林学院学报 ,1996 ,11(4) :91～93
[4] 张木清 ,等. 水分胁迫下蔗叶活性氧代谢的数学分析. 作物学报 ,1996 ,22(6) :730～735
[5] 顾光炜 ,等. 农业应用核技术. 北京 :原子能出版社 ,1992 :161～167
[6] 马飞 ,等. 叶片组织电阻的动态变化与蔬菜对 γ 射线抗性的相关研究. 核农学报 ,2003 ,17(2) :105～110

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net