

《食品卫生放射性检验》标准方法 制定的依据

诸 洪 达

(中国医学科学院放射医学研究所, 天津)

提要: 本文简要介绍《食品卫生放射性检验》标准方法制定中方法选定的原则, 这次制定标准的放射性核素(或元素)的项目及各种标准方法的依据, 这些方法的适用程度以及今后需进一步改进的趋势。

尽管核爆炸所致世界人口年平均有效剂量当量在1963年已达到峰值, 其后到1982年已下降到1/7以下, 但核动力生产及放射性同位素的和平利用仍在快速发展的过程中。像切尔诺贝利发生的那么大的核事故的可能性依然存在。各种途径释入环境的放射性核素循放射生态链大多可经由食品进入人体, 因而引起国际重视。受食品卫生标准委员会委托, 中国医学科学院放射医学研究所组织有关单位最近协作完成了《食品中放射性物质限制浓度》标准及相应的《食品卫生放射性检验》标准方法(征求意见稿)。本文旨在简要介绍后者的制定依据, 并作适当讨论。

一、标准方法的制定原则

制定标准方法主要是根据当前放射性核素测定方法上的进展, 通过比较或验证选定最适用方法推荐为标准方法。由于标准方法要在使用部门推广, 其适用性一般是按以下原则判断的:

1. 准确度: 一般可用放射性标准(或参考)物质来检验。
2. 精确度: 一般可用分析结果离散程度来衡量。
3. 最小可测限量: 由于食品检验样品大多是低活度或本底水平的, 对最小可测限量的要求尤为重要, 至少应能可靠地测出限制浓度水平。通常是通过增大分析样品量、降低仪器和试剂的本底空白值、提高全程化学回收率和探测效率等途径来降低最小可测限量。
4. 快速: 对于满足食品检验的要求, 尽快报出检验结果以供及时判断和评价是重要的。
5. 方法简便易于推广: 尽量避免使用难

得或进口的仪器和试剂, 采用具有基本放化和测量基础的人员经短期培训可以掌握的程序。

6. 安全和经济: 尽量避免使用危险性大的方法和毒性大的化学试剂, 使用价廉的仪器和试剂以利推广应用。

二、本次标准方法的制定依据

鉴于天然放射性的辐照是世界人口所受平均剂量的最大贡献者, 人类活动还会使某些部分天然放射性核素辐照大大升高; 而在人工放射性方面, 核爆炸所涉及的主要放射性核素(如: ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 和 ^{131}I 等)的相对重要性已有所下降, 而核动力生产及和平利用有关的某些放射性核素却引起人们重视(如: ^{239}Pu 、 ^{241}Am 、 ^3H 及 ^{147}Pm 等), 本次制定标准检验方法的计有: 天然放射性核素5种、人工放射性核素6种及兼有两种来源的 ^3H 。

本次制定的标准方法的依据是在1978年卫生部公布的《食品卫生检验方法(放射性物质部分)》^[1]的基础上吸取其后报道的核素测定方法学研究进展和实践经验而制定的。具体可分为下列几种情况:

1. 原则上继续使用《食品卫生检验方法(放射性物质部分)》所推荐的方法: 这些方法包括: ^{90}Sr 的测定(考虑推荐方法过多, 减去了乙二胺四乙酸一硫酸盐沉淀法), ^{137}Cs 的放化测定, ^{226}Ra 的测定(射气法作某些改进, 考虑到镭的 α 放射性测定尽管是测定总镭含量, 但由于其快速的优点, 可偏安全地作为一种近似方法并入 ^{226}Ra 的测定方法)及天然钍和铀的测定。由于正常食品总 β 放射性决定于 ^{40}K 含量, 因地区土壤及农田钾肥施用量影响极大, 难以单独作为 β 放射性污染的监测指标, 各地卫生部门

(尤其是外贸商检部门)实践证明减钾总 β 放射性可作为 β 放射性污染的较为灵敏的指标,正常食品减钾总 β 放射性一般为零左右,因此在保证足够小的测定误差条件下,限制浓度污染水平的样品可明显显示高于测定误差的响应,可作为 β 放射性污染的初步监测项目而予以保留,只是个别核衰变参数有所更新。食品总 α 放射性组成复杂,本身随多种因素变动,暂不作为标准方法推荐。中子活化法虽然是一种极为灵敏的分析方法,但考虑到难于推广及可有简便方法代替用于限制浓度水平测定,本标准方法中未予采用。这些继续被推荐使用的方法都是各地在放射性监测中长期行之有效的方法,其方法学依据资料当时已经各地辐射防护单位代表先在各大行政区座谈征求意见,后在北京集中修改确定^[2]。 ^{90}Sr 的各种测定方法曾由13个单位共同进行过实验比对,结果表明是一致的^[3]。在文献^[4]研究中又进行过 ^{90}Sr — ^{90}Y 平衡溶液的草酸盐沉淀试验、化学回收率与吸收回收率的比较、放射性去污以及原子吸收分光光度计直接法与增量法测定稳定锶含量的比较等实验研究,而且这些 ^{90}Sr 测定方法已列为国家标准(GB6764~6766—86)。文献^[4]的研究也成为采用增量法测定稳定锶的依据。

2. 根据近年来方法学研究新进展而确定的方法:近年来在放射性核素测定方法方面取得了很大进展,开展了多次食品中放射性核素含量调查^[4-6],补充、完善了测定方法并获得了制定《食品中放射性物质限制浓度》标准的背景值,这三项科研成果均通过了部(或省)级技术鉴定,肯定了这些方法的可靠性。属于这类的放射性核素测定方法计有: ^{226}Ra 、 ^{210}Po 、 ^{147}Pm 和 $^{239,240}\text{Pu}$ α 谱仪测定以及总铯的测定。近年来国内外不少研究者建立了 α 能谱测量法,解决了区分出 ^{238}Pu 贡献的问题,这次标准方法中规定了应采用 α 能谱仪进行测量 $^{239,240}\text{Pu}$ 。但鉴于国内大部分单位短期内尚难普及 α 能谱仪的设备,而文献^[4]的方法学依据实验表明铯的化学分离是完全的,作为一种易于推广的近似方法,也介绍了采用低本底 α 测量仪器的测定法。应指出测出的是铯的总活度,当然采用 ^{239}Pu 限制浓度一般说来是安全的。

3. 为制定本标准方法专门补充研究建立的方法:包括 ^{131}I 的放化分析法及 ^{131}I 和 ^{137}Cs 的 γ 能谱快速测定法。

^{131}I 是浓集于甲状腺的主要裂变产物,因其产额高和半衰期短,常视为新鲜裂变产物污染的信号核素。虽然过去我国已有长期监测核武器试验沉降灰的经验,但方法学依据尚不够充分。为此,专门委托雷雪成等对 ^{131}I 放化测定方法系统地从事样品预处理、放化分离、纯化及样品适应性等方面进行实验研究,澄清了稳定碘影响、短寿命碘同位素干扰及各步骤必要性等问题,从而提出了测定程序和依据。该成果通过了国内同行专家技术鉴定。

考虑到食品检验快速的要求及 ^{131}I 半衰期短的特点,对国际上重视的 ^{131}I 和 ^{137}Cs 委托李瑞香等在他们过去长期对环境样品 γ 谱仪测定研究和监测经验基础上着重补充了样品制备和不同密度样品介质测量效率标定的实验研究,从而提出了标准方法程序。

此外, ^{90}Sr 过去也早为国内不少放射性本底监测站测定,积累了不少经验。本次采用了文献^[7]介绍的实践表明可行的 ^{90}Sr 扣除法和铝片吸收法。吸取食品卫生检验其它标准方法的经验,对各方法中普遍通用的部分,即采样、预处理、检验结果报告要求及方法编写原则集中写成总则与各检验方法配合使用。这样既可避免大量重复,也使条理清楚。附录中各类食品平均灰样比是在原有基础上补充了近年来主要食品调查所获数据求出的代表性更为广泛的平均值。

过去进行的大量陆地和海产食品放射性核素含量调查表明,所建议的有关方法适用于主要食品的测定并且都足以明显测出本次同时修定的《食品中放射性物质限制浓度》标准含量水平。

三、对标准方法使用安排的建议及今后研究方向

对于可能污染核素种类已知的场合,包括核设施及放射性污染源周围地区监测及使用特定放射性核素场所周围的动态观察,都只需检验特定种类放射性核素,甚至可用总放射性来定性监测,发现异常时再进行该核素测定。对于可能污染核素种类未知的食品,则应先测定减钾总 β 放射性强度,当测得高于可能存在的限制最严的 β 放射性核素

限制浓度时，应进一步进行核素的专门测定。

今后关于放射性检验方法应从下列几方面予以完善和发展：

1. 加强以食品为基质的放射性标准参考物质的研制并应用于分析质量控制。

2. 检验核素项目随着污染来源的变化应从裂变产物核素转向超铀元素（如 ^{241}Am 等）、长期起作用的核素（如 ^{129}I ）以及应用多的核素（如 ^{125}I ）等。

3. 经常被方法学研究所忽视的样品预处理技术应加强研究。其目标主要是快速使鲜样灰化并保证欲测核素减少损失（使损失定量化），当前往往在预处理上花费比分析和测量更多时间。

4. 我国与国外在放射性核素测定方法上的差距主要是测量手段上的落后。主要应采用先进的仪器（如 γ 和 α 谱仪等）尽可能多地代替冗长的放射分离。

5. 为减少样品用量、试剂和测定工作量，适当地建立和使用同时分析程序是有利的。这在本次制定的标准方法中已有一定的考虑和组合。

以上发展趋势对于其它环境样品的测定方法也是适用的。

参 考 文 献

1. 中华人民共和国卫生部，食品卫生检验方法（放射性物质部分），第一版，北京：技术标准出版社，1978。
2. 全国食品放射卫生标准协作组，食品放射性检验方法依据（内部交流用），1976年。
3. 铯-90分析方法研究协作组，不同 ^{90}Sr 分析测定方法的对比，中华放射医学与防护杂志 1981；1（2）：52。
4. 《海产食品放射性调查》编辑组编，海产食品放射性调查，第一版，北京：原子能出版社，1983：171。
5. 张景源，诸洪达主编，中国食品放射性及所致内剂量，第一版，北京：中国环境科学出版社，1989。
6. 诸洪达，等，食品中 ^{226}Ra 、 ^{228}Ra 、 ^{224}Ra 联合测定方法及食品含量调查，原子能科学技术 1982；（2）：187。
7. 《环境放射性监测方法》编写组编，环境放射性监测方法，第一版，北京：原子能出版社，1977年。

（1989年11月24日收稿）

· 国外资料 ·

氡的危害引起人们的重视

在矿井内，氡及其子体对人们的危害早已被证实，但居室内氡可使人致癌的问题，近些年来才被国内外注意。据报道，美国每年有两万人因氡气死于肺癌，因此，美国政府曾敦促有关部门测定高浓度地区的居民住宅内氡气的含量。

美国卫生部一官员曾在一次记者招待会上说：“由氡引起的肺癌是今天影响人体健康最严重的问题之一。”他说，这种自然生成的氡气是仅次于抽烟的肺癌第二起因。美国约有800万处住宅处于受氡侵害的危险之中。这一结果是在7个州进行第二次含氡住房调查后宣布的。

英国曾报道，英国居民受到的放射性照射增加了40%，这主要是重新估计了天然氡气的照射量。英国估计每年约有2500人因受氡气照射而得肺癌，大约有2000间住宅的氡气达到有害水平，需花2000万英镑才能使住宅达到无害水平。而且发现，有些地方氡气的放射性水平。比核工业的允许量大10

倍，比一次胸透的照射量大一万倍。英国目前每年发现41,000例肺癌，其中大约有6%（约2500例）是由氡引起的。

联邦德国射线防护委员会最近估计，联邦德国每年因肺癌致死的人中，有1000~2000人的死亡是由氡引起的。在冬季，出于门窗密封，故室内氡气含量增高。为此，射线防护委员会建议，居民在冬天供暖时，应经常短时间地开启门窗，以流通空气，减少室内氡的含量。

住房内的氡气主要来源于建筑材料、地面、地基岩石、自来水和燃煤等。当前控制室内氡气的有效措施之一，是控制建筑材料中的放射性铀、钍含量，我国实行的建筑材料放射卫生防护标准就是以此为目的。这是关系到全体居民及其后代的大事。

（李学成）