

# 谷类植物中氚的掺入

Garland JA等

## 引言

由于氚化水的排放,居民可能受到氚化水和氚化水蒸汽的照射,也可能因食用含有氚的水和有机结合态氚的食物而受到照射。氚化水的生物半排除期约为10天,总摄入量中仅有1%或2%具有较长的半排除期。有机结合态氚可能被人体所同化而在体内滞留相当长的时间。因此,摄入了有机结合态氚后可能造成相当大的剂量负担,而氚在食物链中的行为是至关重要的。虽然一些氚水在动物或植物组织中作为交换反应的结果可以变成有机结合态氚,但是氚进入食物链的主要方式大概还是在光合作用时掺入植物组织。

氚的化学性质受到它所具有的比氢大的相对质量的明显影响,以致于食物中有机结合态氢与环境中的氢的同位素组成可能不同。虽然藻类的实验已显示出有明显的影 响,但是尚未报导过实际上很重要的粮食作物的有关资料。本文报导的是测量两种主要粮食作物中这种影响大小的实验。

## 方 法

玉米和大麦播种在一只容量为125升的甲基丙烯酸甲酯箱子里。Kline和Stewart氏指出,叶子通过与空气中水蒸汽的交换以及通过根和茎从土壤中吸收得到水份。为了简化实验的计算分析,将植

物栽培在空气水和土壤水处于平衡状态的环境中,该环境可以采用密封箱子的办法来实现。因而,箱内湿度很高,而土壤中和空气中氚的比放射性却十分相似。

将种子播种在箱底2厘米深的砂层里,用2升含有7微居里氚的氚化水营养液湿润沙层。箱子、沙、营养液和种子经过了仔细消毒,以抑制真菌感染。营养介质中以及实验时从箱中取出少量空气样品的凝结水中的初始氚含量用液体闪烁计数器测定。植物生长30天,每天用一组荧光灯照16小时。定期地把CO<sub>2</sub>加到箱内空气中。

收割后,用真空蒸馏法除去植物中的游离水。留下的干样在氧和氦的气流中燃烧,使气体通过热的氧化铜以保证完全氧化,所生成的水被凝结在一只置于液氮中的收集器内。真空蒸馏和氧化过程得到的水样用液体闪烁计数器测量。

## 结果和讨论

结果列于下表。在判断所列各种样品比放射性差异的意义之前,必须考虑到外来水对这些差异影响的可能性。清洁玻璃表面所能附着的水在毫克量级以下而可以忽略。在获取植物组织水的真空蒸馏过程中每份样品允许让约含1毫克水蒸汽的大约100毫升空气进入。由于每个样品约含1克水,所以进入这点水蒸汽对水的组成影响很小。在接通收

表 与环境中水有关的植物组织和植物水中氢的比放射性比较

样 品	重复次数	每个样品水的平均质量(克)	相对比放射性和标准误	对种子贡献校正后的相对比放射性
取自箱内空气的冷凝水	3	1	1.0 ±0.002	
实验结束时取自砂中的蒸馏水	1	0.3	0.96 ±0.003	
植 物 水 相:				
玉 米	9	1	0.95 ±0.01	
大 麦	8	0.9	0.84 ±0.01	
植 物 干 样:				
干 米	8	0.16	0.60 ±0.03	0.69
大 麦	4	0.13	0.45 ±0.01	0.54

集水的冷凝器之前, 将已装配好的蒸馏装置用干氦气冲洗几分钟, 以防止燃烧干植物组织时受到外来空气中水蒸汽的污染。这样, 被残留在植物组织中水污染的可能性将趋于降低而不会增大同位素比例的差异。

另一个影响是种子内物质的贡献。种子中含有的少量水份在发芽时将扩散出来, 这点水对植物水和样品不会有明显的贡献。但是在收割时, 植物很可能仍含有一些来自种子的干物质。实验所用玉米种子的平均干重为0.19克, 大麦种子为0.032克。用在暗处生长14天的办法以估计从种子迁移到植物的干物质的数量。这样做的结果, 玉米植物的干重达到0.037克, 大麦达到0.018克; 耗尽了种子的干重分别降到0.112克和0.006克。因为在提取氦之前种子部分已去掉, 又因为来自种子的某些氢在实验期间可能与水相交换, 所以需要种子内物质的影响进行校正, 表中最末一列就是校正后的数据。结果表明与环境中的水的比放射性相比植物水相的比放射性明显下降, 干物质的比放射性下降更大。

植物水的很小部分来自分解代谢, 其余的水是由植物气孔和根部的膜通过气体或液体扩散而进入到植物中的。因此, 在植物水和环境水的同位素组成之间的差别必须用物理过程而不能用化学过程来解释。氦化水的蒸汽压比水的蒸汽压约低10%, 与箱内环境的比放射性相比植物水相的比放射性减少(玉米为5%, 大麦为16%)的原因就是来自这个差别。

植物干物质的比放射性, 包括光合作用的产物中氢的掺入, 是通过化学方法来测定的。氦和氢掺入速率之比大麦为0.64, 玉米为0.73。显然, 由于同位素效应而使掺入植物组织中氦的比放射性比植物水的氦比放射性低30%左右, 比环境中氦比放射性低40%左右。

在有机氢的同位素组成和在环境中氢的同位素

组成之间所观察到的差别与Crespi和Weinberger报导的差别是相似的。因为真菌感染, 连续实验5周以上是不可能的。但是谷类植物果实中的同位素组成很可能与叶和茎相似。此外, 高的相对湿度必定减少了叶子的蒸发。由于氦化水的蒸汽压比正常水的蒸汽压低9%, 所以在正常的植物蒸发损失的环境下, 在大气水和土壤水之间处于同位素平衡的环境中, 叶中氦的含量提高9%是很可能的。于是, 叶子中固定态氢中的氦含量可能只低于环境氢中的氦含量的20%或30%。

对于在给定的环境条件下生长的适于食用的作物而言, 以上结果有明显的意义。但是, 对于在连续照射情况下的剂量学影响是有限的。按照国际放射防护委员会(1959)的模型, 一个“标准人”含有7千克氢, 其中68%是水状的。其余, 有一部分氢容易与蓄积水交换。只有总数的24%来自食物有机氢的组织结合态氢。此外, 12%水状氢来自有机氢的氧化。因此, 在食物中结合态氢的比放射性下降30%的情况下, 连续受到氦化环境照射的人处于平衡状态时的体负荷仅下降10%。

## 结 论

在一个密封体系中生长的玉米和大麦, 其有机物质中的氦/氢比分别是环境中氦/氢比的60%和45%, 而在植物水相中该比值分别为95%和84%。校正了来自种子的有机结合态氢的贡献以及考虑了蒸发对叶中水相比放射性增加的影响之后, 在正常生长条件下, 作物中组织结合态氢的比放射性很可能比环境中氢的比放射性低20%或30%。供给生活在与氦处于平衡状态环境中的人员食物中氦含量的这一降低, 预期将导致人员体负荷的降低约10%。

(Health Physics, 36(1): 35~38 1979 (英文))

陆龙根 夏元初译 王功鹏 黄兆坚 章仲侯审校)

## 少量环境样品中镭的测定

Daryl Knab

环境样品中镭的测定是监测及与原子核工业有关的调查内容的一部分。因为镭在化学性质上同一些脉石材料相类似, 所以环境样品中镭的分析是困难的。复杂脉石中镭的分析程序大多数是冗长而繁

琐的。但是, 有些环境样品, 特别是监测或生物调查中的环境样品, 虽然它们仍然很复杂, 但所分析的样品量可能不大。对于这些少量样品, 则不必像对于数量比较多的样品那样去处理。文中提出了一