

观察, 结果试验组和对照组动物寿命无明显差异。

五、致畸观察: 辐射食品对细胞染色体及多倍体细胞有何影响, 这是关系到细胞遗传学的重要问题, 各国学者对此看法并不一致, 但四川省工业卫生研究所对饲喂 2.5 年辐射猪肉狗的外周血进行培养, 观察了染色体的畸变情况, 虽对照组多倍体细胞出现率为 2.64%, 实验组为 2.31%, 但经统计学处理, t 值为 1.47, $D > 0.05$, 两组无明显差异, 说明饲喂辐射肉 2.5 年的狗, 没有引起外周血细胞多倍体增加。

总之, 我们已经看到辐射保藏食品给人们带来了好处。从最近十多年来的大量工作和实验结果, 可以说在适当的照射量和照射条件下, 辐射保藏的食品是无害的, 可食的。但是也应看到还存在不少困难有待克服, 还有许多工作要作, 如照射工艺的提高, 在实用化和商业化过程中还有许多问题要解决, 对于长期食用辐射猪肉对人体健康和人类遗传有无不良影响等问题还需进一步研究。国家现在还未制定出辐射食品的卫生学标准, 鉴定方法和法规。虽然这一新的食品贮存方法不是万能的, 但它

有广阔的前景, 不久将来可用于肉品的保藏。

参 考 文 献

- [1] 辐射保藏鲜猪肉工艺的研究 四川省科委新技术试验站
- [2] 辐射保藏鲜猪肉的包装材料——聚乙烯醇薄膜的研制 四川省科委新技术试验站 成都工学院 成都市塑料公司
- [3] 用钴—60 射线辐射保藏鲜猪肉的初步观察 安徽省滁县地区肉联厂、农科所
- [4] 有关辐射保藏鲜猪肉的卫生指标的探讨 成都市卫生防疫站
- [5] 辐射保藏鲜猪肉的卫生安全性研究——对狗的慢性生物效应的观察 四川省工业卫生研究所
- [6] 辐射鲜猪肉对四代大白鼠生长、繁殖及寿命的观察 四川医学院卫生系毒理、病理、组胚教研组
- [7] 鱼的辐射保鲜试验 天津市水产供销公司盐干经营部加工厂
- [8] 鲜蛋辐射保鲜试验 天津市食品公司第一加工厂化验室
- [9] 国外辐射保藏食品的进展和卫生安全问题 四川省工业卫生研究所 陈科文

辐 照 食 品 的 营 养 状 况*

T.K.Murray**

1976 年在日内瓦召开的联合专家委员会认为, 辐照食品, 在营养质量上不存在任何明显的缺乏。但是, 本委员会认为由于辐射保藏食品将更为普遍, 营养素小量损失的累积效应可能有潜在危害, 同时, 可能产生的营养素的非常重要的来源的小量损失在某些情况下也应该引起重视。本委员会强调了对消费食品营养状况进行评价的重要性。由于营养方面的考虑, 1976 年专家委员会没有拒绝和推迟食品照射处理的加工方法。

本文参考有关辐照食品营养方面新近研究状况的评论中, 除少数几篇是 1976 年前发表的外, 绝大多数文献是 1976 年以后的。为了更易看清楚各类产品的特征, 本文的题目是按主要产品类型进行分类。

* 1980 年 10 月 27 日~11 月 3 日在日内瓦召开的, FAO/IAEA/WHO 关于辐照食品卫生安全性联合专家委员会上的工作报告。

** 加拿大、安大略、营养顾问。

水果和蔬菜

芒果

用0.1~0.6K Gy^[注]照射的芒果可延长货架寿命4~7天。照射前用热水处理可进一步改进保藏质量。用高到2K Gy照射的芒果未能查出“挥发物质”的变化,说明芒果处理没有改变其感官性状。尤其是同冷藏和热处理比较时,辐照引起的抗坏血酸和胡萝卜素的损失是很轻微的。辐照也没有引起其它成分,如脂肪、灰分、蛋白质、糖、淀粉、核黄素、菸酸、硫胺素、磷铁、钙、钠和钾的改变。只有一个喂饲研究报告,是分别用含有15%的照射和未照射的芒果肉质膳喂养雌性大鼠,从妊娠15天到断乳,或交配前40天到断奶后28天。无论食物摄入量、消化率,母鼠体重增加,以及血学和大体解剖的结果两者都没有差异,虽然可以认为这是一种有用的初步的慢性试验,但对阐明食品的营养质量则甚少助益。

番木瓜

1976年联合专家委员会无条件批准用最大剂量为1K Gy照射番木瓜。其后的证据支持了这一决定,证明辐照无论对维生素C, β -胡萝卜素或对“挥发物”都无不良影响。

草莓

草莓辐照既不会引起“挥发物”改变,也不引起化学成分的变化。

荔枝

辐照引起的维生素C和胡萝卜素的损失并不明显,小于冷藏和热处理引起的损失。

香蕉

用0.2~0.4K Gy照射,17°C贮存,可推迟“Hom Tong”香蕉3~5天的成熟,无损于营养和感官性状。较延缓成熟更为重要的是消除了果蝇卵。

柑桔

用2K Gy和7.5K Gy照射柑桔汁可导致维生素C有23.2%和47.7%的损失,而用1~2K Gy照射则可增加果皮组织对萜烯的渗透性,因而使果皮变褐。缺乏贮藏期损失情况的

比较资料。

枣子

用高到10K Gy照射消除枣子害虫,未能引起氨基酸和碳水化合物的明显改变。

番茄

用1.5~3K Gy照射番茄,对维生素C、pH或糖的百分含量几乎都没有影响,但降低了抗渗透性,使腐烂增加。

胡萝卜

用0.75K Gy照射可改进胡萝卜的贮藏稳定性,不会改变糖、氮、游离氨基酸和果胶的组分。用0.8K Gy照射对维生素C和 β -胡萝卜素的影响很小。用 r -照射(空气中用10K Gy)胡萝卜肉质同117°C高压消毒贮藏六个月者进行了比较。发现两种加工方法都使 β -胡萝卜素减少30%,但贮藏期没有改变。对抗坏血酸的变化不一致,但有减少趋势,同时脱氢抗坏血酸的量有增加。这些变化在贮藏中继续发生。热消毒对抗坏血酸产生相似的损失。

马铃薯

1976年联合专家委员会无条件批准了用辐照抑制马铃薯发芽。在营养价值上没有实质性改变。Baraldi和Miuccio证实照射的和化学处理的马铃薯、它们的维生素C和菸酸含量是相同的。另一方面,Azar等观察到用0.1K Gy照射,使贮藏期正常维生素C的损失额外增加28%,而用0.15K Gy(批准的最高剂量)照射,可使通常贮藏损失增加56%之多。看来后者的损失是太多了,如果能够证明这点的话,理应降低批准的最大剂量。然而,另一方面Bellomonte等用0.11和1K Gy的剂量照射,没有发现氨基酸和抗坏血酸含量方面有明显的营养变化。其它研究者也报告了同样的发现。

Ghods进一步证实了维生素C的损失与贮藏时间和剂量的关系。脱氢抗坏血酸的增加部分原因是由于辐射促进了反应,但从营养的观点来看,是无关紧要的,因为实际上脱氢抗坏

[注], 1K Gy=千戈瑞、1戈瑞=1焦耳·千克⁻¹=100 拉德(rad)(译者注)。

血酸象抗坏血酸一样具有相同的维生素C的活性。

洋葱

正如1976年联合专家委员会所指出,洋葱并不具有重要的营养价值。而且已经证明用0.05KGy照射抑制发芽,不会引起成分上的营养变化。同时,用56天喂饲试验证明,辐照洋葱不会引起食物和水的摄入量或体重增长的差异。在空气中用0.02到0.06KGy剂量范围进行照射时,由于转化成脱氢抗坏血酸而使抗坏血酸损失增加,部分原因是由于辐射加强反应的结果,但是这对营养价值并无明显影响。为了减少脱水洋葱粉的微生物,可以使用大得多的剂量(高到27KGy)。这种处理是成功的,实践证明洋葱粉有很强的抗化学变化。

苣荬菜

研究表明,用1KGy照射苣荬菜可以减少微生物,使货架寿命延长100%,而维生素C含量仅有轻微的影响。再将苣荬菜装入无孔聚乙烯袋中贮藏,能获得最好的保藏质量和维生素C含量。

菜豆类

用0.15KGy照射菜豆后,核黄素减少,硬度增加,产生了不理想的味道。但是贮藏5个月后,照射和未照射的菜豆在这方面都没有差别。有报告说,照射Macacar豆(1或10KGy),贮藏6个月后,蛋白质效价降低了,这是用化学分析难于解释的。而另一方面,又有报告发现用照射菜豆喂养鸡可增加氮的保留量。

谷物和粮食

对许多人来说,谷物和粮食不仅是热卡的重要来源,而且也是几种营养素的来源。因此,辐照的营养效应就显得特别重要。

大米

1976年联合专家委员会宣称,在完成大鼠和猴的长期喂饲研究前,暂定批准辐照大米供人消费。还提出关于硫胺素的损失情况,需要有更多的资料。在这方面Azar等观察到,硫胺素及核黄素、菸酸和吡哆素的损失最高可达

22%。重要的是在辐射防治害虫方面,既没有对风味、味道、颜色或质地产生不良影响,也没有改变这些品质。

玉米

用0.25~3KGy照射防治害虫,经4年贮藏之后发现蛋白质质量以及蛋白质和维生素含量都没有受影响。

高粱和小米

为了防治害虫,用0.2KGy照射高粱和小米后,测定氨基酸、维生素B₁和B₂、菸酸和泛酸含量的结果表明,对营养没有发生不良影响。同时用大鼠进行了喂饲试验,也没有不良影响。

木薯

在尼日利亚,木薯是作成通称为“gari”粉的形式供人们消费。通常是外加入黄豆粉来平衡营养。用0.62、1.25、2.5和5KGy照射木薯—黄豆膳,对总蛋白质含量很少有影响。用1.25KGy和更高剂照射时,总蛋白质减少1%。虽然用较高剂量照射时,赖氨酸、精氨酸和苯丙氨酸有些增加,但是就整个氨基酸的情况来说还是没有改变。用较高剂量照射时,可溶性碳水化合物、半纤维素和纤维素稍有降低。没有进行考察辐射对膳食营养价值影响的动物喂饲试验。

肉和家禽

牛肉和家禽

在一个很细致的研究中,测定了牛肉(即冻结的、热加工的、 γ 射线照射的和电子射线照射的牛肉)对缺乏硫胺素大鼠的补充能力。在这些喂饲牛肉的各组动物中,没有发现生长,红细胞转酮醇酶活性和焦磷酸硫胺素效应的差别。可以肯定辐射消毒牛肉不具有抗硫胺素的性质。对辐射消毒的鸡肉已经得到了一致的结论。Taub等指出在-40°C照射肉仅仅导致较小的和可以接受的蛋白质改变。不继续存在游离基,也没有发现氨基酸的明显损失,蛋白质结构上的改变也很小。

鱼 类

鲭鱼

用1~45KGy 剂量照射鲭鱼,切成片,弄碎、装入塑料袋于-22°C贮藏。辐射对氨基酸没有分解作用,也不影响其消化率、生理价值和蛋白质净利用率。甚至用最高剂量照射,菸酸也是稳定的,但用3KGy 照射可分别使硫胺素和吡哆素损失15%和26%。用较高剂量时硫胺素较吡哆素更敏感,可减少到原始值的15%。然而,最近的研究发现,应用高剂量率可相当明显地减少硫胺素的损失。

Kamaboko鱼

用3KGy 照射这种鱼肉糊后在25°C贮藏,可将蛋白质降解期推迟3天,但到14天后照射样品和未照射样品就没有明显差别。

虾

用2到45KGy 剂量水平照射,并在不同的温度和湿度下贮藏后测定色氨酸(虾中的一种有限氨基酸)的辐射稳定性。结果发现各种条件下色氨酸的损失都是轻微的。

香 料

辣椒粉在0~22°C用5~50KGy 剂量照射和贮藏6个月,对类胡萝卜素含量实际上没有影响。在更高温度照射时,可使人工额外加入的 β -胡萝卜素降低。由于香料对食品的营养价值贡献甚微,因此从营养观点看,这些改变是并不重要的。用10KGy 照射各种香料可以达到绝对消毒的目的,而且既不造成乙醚可提取油组份的损失,也不会发生风味和味道的改变。

其 它 方 面

单细胞蛋白质

用2KGy到40KGy 不同剂量照射三种类型的单细胞蛋白质。测定了辐射对这些微生物的生活力和某些酶活性的影响,同时也测定了对消化率、生理价值和蛋白质净利用率,以及硫胺素、吡哆素、核黄素和菸酸的影响。结果表

明,需要很高的照射剂量才能使微生物的酶钝化,高到40KGy 的剂量也不会使核酸或氨基酸分解。随着剂量的增加,轻度地增加消化率,稍微降低其生理价值,但不会影响蛋白质净利用率。维生素含量也没有明显下降。

酪蛋白及其混合物

用照射或热处理对单纯酪蛋白和酪蛋白与葡萄糖或淀粉的混合物进行消毒。照射并不引起蛋白质利用率和消化率的降低,但是在葡萄糖存在时,热消毒可使蛋白质的消化率和蛋白质净利用率明显地降低。

照射蛋白质-脂类混合物,通常使蛋白质组分的蛋白质净利用率降低,这可能是由于这两种成分间相互物理作用所致。还不清楚是否发生了任何相互的化学作用。对蛋白质-脂类混合物照射50KGy 的氧消除效应以及随后的贮藏也进行了研究。将酪蛋白-椰子油-玉米油混合物在空气中进行照射和长期贮藏,发现蛋白质净利用率降低。但是在绝氧下进行照射和贮藏,则可防止这种降低。使用的脂肪全部是椰子油时,没有发现蛋白质净利用率降低。用向日葵油代替椰子油后,导致蛋白质净利用率的大幅度降低,而且额外加入维生素E也不能防止这种改变。当脂类被提取掉并用未处理的脂肪代替时,也不会发生蛋白质净利用率的降低。蛋白质净利用率降低的主要原因似乎是照射后形成了蛋白质-脂类复合物而不在于照射本身。脂类只是被吸附,因为它们还能够被有机溶剂提取出来,而且没有改变留下来的酪蛋白的生理价值。与Yousri和Harmuth-Hoene的结果相反,Wills和他的同事们观察到维生素E对玉米油中必需的多不饱和脂肪酸有明显的保护作用。鲱油的高度多不饱和脂肪酸几乎完全被破坏,这些学者认为保藏食品所推荐的剂量范围的照射,似乎能够在含有大量脂肪酸的食品中引起大的改变。

接着研究了在空气中用2到20KGy 范围内不同剂量照射含有玉米或小麦淀粉和10%鲱油的模拟混合物。由于产物达到极限值是取决于贮藏时间和温度,所以照后脂类过氧化物的形

成很快随贮藏温度的升高和剂量率的加大而增加。未分散脂肪或蛋白质的存在可以减少或抑制过氧化物的形成。照射增加了过氧化氢或醛,但接着又降低到比较低的水平。抗氧化剂能有效地防止照射和照射后过氧化物的形成。用这些模拟实验结果来评价照射对多不饱和脂肪酸的变化效应,特别是较低剂量的照射是值得怀疑的。用真空包装的鲱鱼片和鲱油在0℃用50K Gy照射,发现照后贮存21天的鱼片内多不饱和脂肪酸没有被破坏,但是在贮存28天的纯鲱油或60%油包水乳液中有50~37%的破坏。因为这些条件更接近实际情况,所以应该认为辐射对海产品油类营养价值的影响是轻微的。

Diehl对过氧化物形成的观察是有趣的,他发现如果在-30℃进行照射,则被照射油中生育酚的损失有明显减少。在氮气中绝氧包装也能有效地保护辐照燕麦粉中的生育酚。Diehl还注意到低温照射并用无氧贮存能够改进各种食品中维生素A的稳定性。

摘 要

从营养观点来看,水果和蔬菜照射几乎不存在问题。值得注意的是,业已证明辐射引起番木瓜 β -胡萝卜素含量的变化(1976年联合专家委员会未提及)是不重要的。

联合专家委员会也注意到,需要更多资料来阐明硫胺素的损失。现有资料表明,在防治大米害虫方面维生素的损失并不明显。这方面用其它谷物作的实验也同样得到了积极的结果。

在辐照牛肉和家禽的营养质量方面取得最重要的依据是,证明了它们不具有抗硫胺素的性质。

用超过3K Gy照射鲱鱼时,必须看到硫胺素的损失是十分严重的。最近证明采用高剂量率的照射能够减少硫胺素的损失。

虽然香料对食品的营养质量直接的贡献很小,但是它们却起着十分重要的间接作用。辐照可以用于香料消毒,不会改变其风味和味

道,也不会使 β -胡萝卜素有明显损失。

对于单细胞蛋白质和蛋白质-脂肪-碳水化合物混合物的观察具有重要的意义。在蛋白质-脂肪混合物中蛋白质净利用率的降低是由于化合物相互的物理作用的结果。

最后,我们有趣的注意到,尽管公众对利用核能有反对情绪,但是除了加拿大消费者协会主张对辐照食品应该用标签标明外,还没有发现消费团体的反对。

结 论

除了柑桔汁中维生素C的轻微损失和干鲱鱼中硫胺素的损失外,辐射处理不会引起有害于营养的效应。

观察辐射对蛋白质影响方面进行了大量的动物实验,总的说来,这方面是没有理由担心的。

可能没有必要确认一般营养素的生物可利用性是否发生改变。对硫胺素进行全面观察的结果说明,没有理由担心这方面的改变。正在对其它营养素重复这样的实验研究。

值得注意的是,将辐照食品加到动物的完全膳中所获得的实验结果,并不能揭示出有关辐照食品营养质量方面的多少问题,而重要营养素的化学分析乃是一种关键性的评价手段。

注意到最近很少有关于辐射对叶酸影响的资料。应该在有代表性的食品中得到这方面的资料,因为在许多膳食中叶酸含量是有限的。对传统膳食中辐照食品营养地位仔细考虑是重要的。根据这个道理,在考虑辐照马铃薯贮藏中维生素C的损失和超过3K Gy照射鲱鱼的硫胺素损失时,如果这些食品分别是人们膳食中维生素C和硫胺素的主要供给者,就需要考虑另外的膳食来源。必须看到,维生素C在贮藏和巴斯德热消毒过程中也还会有损失。

没有必要改变1976年联合专家委员会关于辐照食品营养方面提出的看法。

[陈科文译自<Food Irradiation Information> №.11.21-32, 1981

孙芝琳 校]