

左右,按 2.3 实验方法进行测定。结果见表 4。

表 4 样品铜铅含量 $\mu\text{g/L}$ mg/L

样品名称	矿泉水	汽水	啤酒	散装白酒
铜	0.050	0.022	0.018	0.038
铅	0.019	0.038	0.025	0.065

另取样品进行回收率试验,结果见表 5。

表 5 回收率测定结果

样品	加入量(μg)	测得量(μg)	回收率(%)
矿泉水	铜	10	20.2
200ml	铅	10	13.6
汽水	铜	10	14.3
200ml	铅	10	17.5

4 小结

黄原酯棉具有制简单,富集因子高、提高了原子吸收法测定铜、铅的灵敏度,可用于饮料中铜、铅的测定。

参 考 文 献

- 1 中华人民共和国卫生部. 食品卫生检验方法(理化部分). 北京:技术标准出版社, 1979.
- 2 谈桂权等. 巯基棉富集原子吸收测定白酒中的铅. 食品科学. 1990, (2): 56~58.
- 3 褚金华等. 巯基棉-FAAS 测定汽水中铅. 中华预防医学杂志. 1990, 24 (2), 126.
- 4 卢繁等. 黄原酯棉在贵金属元素分离富集中之应用. 贵金属. 1988, 9 (1), 23~29.

烹调过程与食品诱变剂

闫万华 山西农家科院农产品综合利用研究所 030031

潘 瑾 中国预防医学科学院劳卫所

通常烹调食品中均含有不同量的诱变剂。烹调方式对其形成有重要影响。了解诱变剂前体及合成条件有助于减少或阻止其形成。半个世纪前, Widmark 发现烤马肉提取物有些致癌作用,接着有许多关于烹调肉中毒素形成的报道。1978 年, Commoner 等报道:家庭烹调条件下,煮牛肉汁里有诱变剂产生。此后,从氨基酸、蛋白质的热分解产物和富含蛋白质的食物烹调中分离、鉴定出一系列诱变剂,其中有些已被动物实验证实有致癌性。

1 烹调温度与时间对诱变剂生成的影响

研究表明:烹调温度、时间和方法是影响诱变剂形成的重要物理因素。食物诱变剂活性随烹调温度升高而迅速增大,200℃油炸碎肉,其诱变剂活性比 150℃时高出 1 倍。200~250℃时,诱变剂的生成处于停滞期,若温度升至 300℃,诱变剂活性又迅速增加。锅里残

留物诱变剂活性也随烹调温度升高而增加,烧焦时,诱变剂活性最大。200℃或 250℃油炸猪肉(10 min),锅中残留物和肉外壳中诱变剂含量几乎相等。烘烤食物也一样。这一结果表明:减少食物诱变剂摄入量的最简单方法是弃除锅里残留物。另外,随烹调时间延长,诱变剂活性也增加;但时间对诱变剂形成的影响不及烹调温度重要。至于烹调方法,经调查表明油炸和烧烤较烘烤、煨炖及微波炉烹调时产生的诱变剂水平要高。模拟系统中,将甘氨酸、肌酸和葡萄糖的混合物加热到 140℃(15min),没有明显的诱变剂产生,但加热到 160~180℃时,便可检测出诱变剂了。

2 诱变剂分类

烹调食物中鉴别出的诱变剂是杂环胺,根据它们的化学结构,可将其划分为五类,列表如下:

杂环胺的化学名称与最初鉴定时的来源

化学名称	最初鉴定时的来源
I 吡啶-咪唑-吡啶类:	
3-氨基-1, 4-二甲基-5H-吡啶并咪唑 (Trp-p-1)	色氨酸热解
3-氨基-1-甲基-5H-吡啶并咪唑 (Trp-p-2)	色氨酸热解
2-氨基-6-甲基-2H-吡啶并咪唑 (Glu-p-1)	谷氨酸热解
2-氨基-2H-吡啶并咪唑 (Glu-p-2)	谷氨酸热解
2-氨基-5-苯基吡啶 (phe-p-1)	炒沙丁鱼
2-氨基-9H-吡啶并咪唑 (Aac)	大豆球蛋白热解
2-氨基-3-甲基-9H-吡啶并咪唑 (MeAac)	大豆球蛋白热解
II 喹啉类:	
2-氨基-3-甲基喹啉并咪唑 (IQ)	炒沙丁鱼
2-氨基-3, 4-二甲基喹啉并咪唑 (MeIQ)	炒沙丁鱼
III 喹啉咪唑类:	
2-氨基-3, 8-二甲基喹啉并咪唑 (MeIQx)	炸牛肉
2-氨基-3, 4-三甲基喹啉并咪唑 (4MeIQx)	炸猪肉
2-氨基-3, 4, 8-三甲基喹啉并咪唑 (4, 8DiMeIQx)	炸牛、猪肉等
2-氨基-3, 7, 8-三甲基喹啉并咪唑 (7, 8DiMeIQx)	甘氨酸、肌酐与葡萄糖混合物热解
2-氨基-3-甲基喹啉并咪唑 (IQx)	碎牛肉与肌酐混合加热
2-氨基-3, 4, 7, 8-四甲基喹啉并咪唑 (4, 7, 8DiTriIQx)	苏氨酸、丙氨酸、肌酐与葡萄糖混合物热解
N 吡啶类:	
2-氨基-1-甲基, 6-苯基-咪唑并吡啶 (PhIp)	炸牛肉
2-氨基-1-甲基, 6-并咪唑并吡啶 (4-OH-PhIp)	炸牛肉
2-氨基-n, n, n-三甲基咪唑并吡啶 (TMIp)	炸牛肉
2-氨基-1, 6-二甲基-咪唑并吡啶 (DMIp)	炸牛肉
V 咪唑吡啶类:	
甲基咪唑咪唑并吡啶 (MeIPp)	牛奶、肌酐热解

3 诱变剂的前体及生成机制

Yoshida 等报道: 100~200°C 干燥加热肌酸、葡萄糖和脂肪酸或不同的氨基酸, 1h 后, 产生大量的诱变剂。(这些反应物可能是食物诱变剂的前体物)。但这 3 种反应物不会同时存在于一种食物中。用 180°C 干燥加热脯氨酸和肌酸 1h, 便可分离出 IQ。Jagerstad 等指出肉中自然存在的 3 种物质——肌酸、自由氨基酸和己糖是咪唑喹啉型或咪唑喹啉咪唑诱变剂的前体。继后的研究表明: 烹调的肉中都有相似的前体。

Jagerstad 等还指出麦拉德反应形成 IQ 的可能机制, 认为肌酸通过环化脱水形成氨基咪

唑, IQ 化合物的其它部分如吡啶或吡嗪可能是由糖和氨基酸降解形成的。通过模拟系统的研究证实了上述假设。用 130°C 加热肌酸、甘氨酸和葡萄糖 2 h, 可分离出 MeIQ_x 和 7, 8-DiMeIAQ_x 而用丙氨酸取代甘氨酸, 则产生 4, 8-DiMeIQ_x 和少量的 MeIQ。

4 影响诱变剂合成的化学因素

4.1 肌酸: 研究表明油炸牛肉前, 用肌酸溶液涂于表面, 增加了诱变剂的活性。模拟系统研究证实: 肌酸(酐)是诱变剂的限速前体物。最近, 用放射性标记的肌酸进行实验, 证明了它是 phIP 分子中的一部分。

4.2 氨基酸和二肽: 诱变剂首先是从富含蛋白质的食物中分离得到的, 但在模系统中, 用蛋白质代替氨基酸, 没能检测出诱变剂的活性; 当牛肉汁在煮沸前用蛋白酶水解, 则增加了诱变剂的活性, 这说明是氨基酸参与诱变剂的形成。模拟实验证实: ¹³C 标记的苯丙氨酸是 phIP 的前体物。

另外, 肉中富含二肽肌肽(β-丙氨酸和组氨酸), 它与自由氨基酸含量几乎是等摩尔的。模拟实验显示: 二肽可影响诱变剂的活性。而且, 干燥加热肌肽, 产生的诱变剂活性与单个氨基酸相同。

4.3 糖: 模拟系统研究显示, 糖在诱变剂形成过程中起重要作用。加热色氨酸和肌酸时, 一旦引入葡萄糖, 可使诱变的活性增加 10 倍。研究还发现: 单糖或二糖的摩尔数为肌酸或氨基酸的一半时, 是产生诱变剂的最佳比例。加热苏氨酸、肌酐和葡萄糖(含少量 ¹⁴C 标记的葡萄糖 <1%) 后, 可检测出几种带放射性的诱变剂, 其中三个为 IQ_x、MeIQ_x 和 4, 8-DiMeIQ。由此推断: 葡萄糖参入到诱变剂中, 这也进一步证实: 麦拉德反应是 IQ 化合物形成的重要反应途径。

4.4 糖及其它碳水化合物的抑制效应

模拟系统中, 随糖浓度增加, 诱变剂形成减少, 加入与肌酸或氨基酸等摩尔或更多的糖, 几乎可彻底阻断诱变剂的生成, 其机制仍不清

楚。另外,将切碎的肉与不同的碳水化合物混合后油炸,发现肉外壳中诱变剂浓度依赖于所添加的碳水化合物。

4.5 其它抑制剂:抑制诱变剂生成的物质有BHA、结合的亚油酸和SO₂。最近发现:黄酮也可抑制IQ的生成。

4.6 脂肪:食物中脂肪含量对诱变剂生成有一定的影响。含8%脂肪的牛肉馅饼,产生的诱变剂量最低,而含15%时,诱变剂生成量最高。含30%脂肪时,生成的诱变剂的量略有减少,这是由于诱变剂的前体物被肉中脂肪稀释所致。模拟系统研究表明:玉米油或橄榄油的引入,可使诱变剂生成量增高1倍,而不同的脂肪类型对诱变剂生成无多大影响。

5 食物诱变剂的动物实验研究

所试的杂环胺对啮齿动物均具有不同程度的致癌性。氨基酸热分解产物(Trp-p-1, Trp-p-2, Glu-p-1, Glu-p-2, MeAaC和AaC)主要致小鼠肝脏和血管肿瘤,致大鼠肝脏和肠道肿瘤。诱变剂IQ、MeIQ或MeIQ_x引起小鼠肿瘤的部位主要是肝脏,而大鼠则主要在肠道、肝脏和皮肤。最近又发现IQ可引起猴子肝脏肿瘤,PhIp有致小鼠淋巴肉瘤、大鼠结肠和乳腺肿瘤的作用。

目前尚难动物致癌实验直接评价杂环胺对人的危险性,因为动物实验所用的剂量至少高于人们膳食中实际摄入量的1000倍。为了解这

些剂量间的关联性,对不同器官的DNA加合物的量进行了研究,结果表明:加合物的含量与MeIQ_x的量存在线性关系,表明杂环胺在低剂量时,也有DNA加合物的生成。取近研究表明:给刚出生的小鼠IQ、PhIp和MeIQ_x的总量少于其它生物测定所用剂量的5~10,000倍时,也可引起肝脏肿瘤的发生。

6 有关食物诱变剂对人危险度的评价

人类的膳食包括不同的化合物,既有保护性的又有有害成份,它们彼此间或与其它食物成份间可能存在交互作用。初步研究显示将5种食物诱变剂同时喂以大鼠,其肿瘤发生率比单独给予明显增大。

近几十年,肿瘤的发生与善食中各成份的相关关系越来越受到重视。流行病学调查发现:红肉和油炸肉的摄入量与结肠等癌的相对危险度增加有关,这可能是烹调过程中诱变剂形成所致。另外,蔬菜、水果和维生素的摄入,可降低肿瘤发生的相对危险性。虽然人与动物在杂环胺的吸收、代谢和排泄方面可能存在一定的差别,但由于人们还接触其它一致癌因子、酶的诱变剂和促肿瘤发生因子等,这些可能会加强食物诱变剂的致癌效果。故可通过改变膳食习惯和生活方式来降低其危险度。

为预防食物诱变剂对人类健康造成危害,应减低烹调温度和时间;阻断诱变剂的合成;减少油炸与烘烤肉类和鱼类的摄入量。

速冻青椒在不同贮存温度下 Vc含量及Vc氧化酶活性的变化

林祥斌 黑龙江深贸中心 200127

宣丽兰 余善明 黑龙江商学院

摘 要 分别测定了青椒在0.55℃条件下鲜藏,速冻青椒在-6、-12、-26℃条件下贮藏过程中Vc含量及Vc氧化酶活性。分析测定结果发现,Vc含量在一定时期内呈线性下降,Vc氧化酶活性也降低,速冻青椒的Vc氧化酶活性最终降至零。速冻青椒贮存温度越低,Vc损失越慢,但鲜藏青椒的Vc损失速度并不比-6℃贮藏的速冻青椒快,生物活性对Vc具有保护作用。Vc氧化酶活性与Vc含量的变化无直接