

第十三章 食品中的禁忌成分

- ❖ 13.1 食品的安全性
- ❖ 13.2 物质化学结构与毒性的关系
- ❖ 13.3 食物原料中的天然毒素
- ❖ 13.4 微生物毒素
- ❖ 13.5 化学毒素
- ❖ 13.6 食品在加工过程中产生的毒素

13.1 食品的安全性

- ❖ 食品的安全性是指：食品中不应含有可能损害或威胁人体健康的有毒、有害物质或因素，从而导致消费者急性、慢性毒害或感染疾病，或产生危及消费者及其后代健康的隐患。

❖ 食物中除营养成分和虽然不一定有营养作用，但能赋予食物以应有的色、香、味等感官性状的成分外，还常含有一些无益有害的成分称为**禁忌成分**。这些成分来源于食物原料本身、食品加工过程、微生物污染和环境污染等方面。当食品中的有害成分的含量超过一定限度时，即可造成对人体健康的损害。

- ❖ 食品中有害成分的种类、数量及性质不同，对人体造成的危害也大不相同。概括起来有下列几种情况：
- ❖ (1) 急性中毒 由于食用了“有毒食物”所引起的急性过程的疾病称为急性中毒。表现为起病急、潜伏期短、发病快。症状有腹痛、腹泻、恶心、呕吐及发高烧等，共食者一起得病，且症状相同。由于人的身体素质不同，病症可有轻有重。

- ❖ (2) 慢性中毒 食品受某些有害物质的污染，虽然有害物质量甚少，但由于长期连续性的通过食物进入人体，可引起机体的慢性中毒。如：长期摄入霉变玉米可引起肝脏病变、肝功能异常等。
- ❖ (3) 致突变作用 食品中的某些污染物能引起生殖细胞及体细胞突变，不论其突变的性质如何，对生命体都是有害无益的。

- ❖ (4) 致畸作用 某些污染物，在动物胚胎的细胞分化和器官形成过程中，可使胚胎发育异常。
- ❖ (5) 致癌作用 具有或怀疑有致癌作用的物质约有数百种，常见污染食物的为数也不少。如多环芳烃、芳香胺类、氯胺类、亚硝胺类、黄曲霉毒素以及砷、镉、铅、汞等。



13.2 物质化学结构与毒性的关系

- ❖ 物质的许多的化学性质都与其化学结构有关，也包括毒性，食品中各类外来化学物质由于化学结构及其理化性质不同，因此对生物体的毒性也有差异。找出化学结构与毒性关系的规律，并可根据化学结构与毒性关系的规律预测和指导生产。

❖ 常见的化学结构与毒性的关系有如下几种：

❖ 1. 有机化合物结构中的官能团与毒性

❖ 1) 烃类

❖ 烃类包括烷烃、烯烃、环烃和芳烃等多种化合物。烃类不饱和度越高，化学性质越活泼，毒性越强。碳链长度相同时，不饱和的烯烃毒性大于烷烃，炔烃的毒性更强。环烃一般比相应烷烃毒性低，有侧链的烃类一般比碳原子数相同的直链烃毒性低。

- ❖ 芳烃的毒性较强，但主要是吸入毒性，如苯吸入后表现较强的神经与血液毒性作用。若苯环上带有侧链烷基，因侧链易氧化生成苯甲酸，故毒性较小。
- ❖ 多环芳烃对人体的主要危害，可能是致癌作用。三环以下芳烃不具有致癌作用，一般致癌物多在四、五、六环范围内。研究较多的是在食品中出现机会比较
- ❖ 多的苯并 (a) 芘五环稠烃。

❖ 2) 卤化烃类

- ❖ 卤代烃中有许多与食品污染有关的重要物质，如有机氯杀虫剂、含各种卤烃的除草剂、熏蒸剂、食品包装用塑料、某些霉菌毒素和工业三废中的有关物质如多氯联苯等。卤素有较强的吸电子效应，因而可使卤代烃分子极性增强，在体内易与酶结合，所以卤素是较强的毒性基。
- ❖ 卤代烃类化合物毒性按氟、氯、溴、碘的顺序而增强，卤素原子数目越多其毒性也越高。卤代烃的毒性普遍具有对皮肤、黏膜系统刺激及腐蚀作用，多数还有麻醉以及侵害神经系统的作用，对肝、肾及其他器官也有损害。

❖ 3) 硝基和亚硝基化合物

- ❖ 硝基化合物毒性很强。有机硝基化合物分子中引入卤素、氨基和羟基时毒性增强，而引入烷基、羧基和磺酸基时毒性减弱。一般硝基越多，毒性越强。
- ❖ 硝基和亚硝基化合物主要是引起高铁血红蛋白形成，具有神经毒性和强烈刺激性等。氯化硝基烃毒性更强，硝基苯胺类对人有致癌性，硝基苯酚类也有较强的毒性。
- ❖ 亚硝基化合物也与硝基化合物类似，毒性较强，亚硝胺类物质有致癌性。

❖ 4) 氨基化合物和偶氮化合物

- ❖ 脂肪胺、芳胺有毒，当含有羧基和羟基时毒性降低。芳香族胺类为致癌物，对血液和神经系统也有较强毒性。偶氮苯、氨基偶氮苯和二氨基偶氮苯等均与苯胺有类似毒性。

❖ 5) 醇、酚和醚

- ❖ 在脂肪族一元醇中，甲醇、丁醇、戊醇毒性较强，多元醇毒性很低，如乙二醇、丙三醇等，卤代醇毒性很强；酚类可使蛋白质变性，腐蚀皮肤及黏膜，并作用于中枢神经系统，多元酚的毒性小于苯酚，卤代酚的毒性高于苯酚，并随卤素原子数的增加而增强；醚主要有麻醉作用。

❖ 6) 醛、酮和醌

❖ 醛与酮的化学活泼性均较高，醛比酮更活泼，对黏膜有刺激作用。醛的毒性随着分子中碳链的加长而逐渐减弱；分子中有双键和卤素时，则毒性增强。甲醛可使蛋白质变性，毒性也较强。乙醛则毒性大减。



- ❖ 酮和醛的毒性相似，刺激性比醛小，但麻痹性和对中枢神经作用较强。分子量增加、不饱和键存在以及卤素取代均可使毒性增强。脂肪族酮比芳香族酮毒性大。脂肪族低级酮及其卤素取代物如丙酮、一氯丙酮、一溴丙酮和一碘丙酮的毒性按上述顺序增强；芳香族酮分子上如有卤素、硝基、氨基取代时，则刺激性与毒性均增强。醌类物质均有刺激性，中毒动物可形成高铁血红蛋白症及肾功能障碍。

❖ 7) 羧酸和酯类

- ❖ 草酸、柠檬酸能与血液及组织中的钙结合，使血钙降低，也可形成不溶性钙盐，但它们又属体内正常代谢产物，在剂量很大时才具有毒性。
- ❖ 卤代酸具有刺激性和腐蚀性。芳香族一元酸一般毒性不大，如苯甲酸可作为食品防腐剂。氯代苯一元酸具有致畸性。
- ❖ 卤代酸酯、烯酸酯都有较强的刺激性，水杨酸酯有慢性毒性，草酸酯毒性近似草酸，均应引起重视。

❖ 羧基酸分子内易形成酯，一般均有毒，有些具有致癌和促致癌作用。已知的香豆素、丁烯酸内酯、黄曲霉毒素 **B** 及 **G**、镰刀菌毒素、展青霉毒素和菲律宾霉毒素等都具有内酯结构，在食品工业中都属禁忌成分。有机磷农药属磷酸酯类，在生物体内能抑制胆碱酯酶的活性。

❖ 8) 磺酸和亚磺酸、砒和亚砒

❖ 磺酸基 ($-\text{SO}_3\text{H}$)、亚磺酸基 ($-\text{SO}_2\text{H}$) 的羧基相似，有毒化合物引入磺酸基后，毒性降低，故有的人工合成染料引入磺酸基降低其毒性。

❖ 砒 ($\text{R}-\text{SO}_2-\text{R}'$) 和亚砒 ($\text{R}-\text{SO}_2-\text{R}'$) 本身皆不具有毒性，其毒性决定于与其结合的其他基团。

❖ 2. 无机化合物与毒性

❖ 1) 金属毒物

- ❖ 首先，无机化合物的毒性与其溶解度有关。一般金属单质难溶于水，所以毒性低，难溶的盐类毒性也较低。例如镉在酸性中易形成可溶性的盐，因此，较在中性、碱性中毒性高， BaSO_4 不溶于水，几乎不具有毒性， BaCl_2 易溶于水，毒性较高。金属的有机物比无机物易吸收，故毒性较大。例如无机汞吸收率仅为 2 %，醋酸汞 50 %，苯基汞可达 50 % ~ 80 %，甲基汞 100 % 吸收。又如 As_2O_3 易溶于水，剧毒， As_2S_3 难溶于水，其毒性甚小。

❖ 同一金属化合物低价态毒性高于高价态，但铬则例外，六价格的毒性高于三价铬。

❖ 2) 氧化还原剂和酸碱

❖ 氧化能力强的化合物，往往对皮肤和黏膜造成氧化腐蚀灼伤，如浓硫酸和硝酸等。一般较活泼的化学物质，毒性也较大。酸或碱则主要取决于在水中的离解度，强酸强碱离解度大，对机体的危害大于弱酸弱碱。

❖

❖ 3. 基团的电荷性与毒性

- ❖ 化学物质若具有带负电的基团，如 $-\text{NO}_2$ 、 $-\text{SO}_2$ 、 $-\text{R}$ 、 $-\text{CN}$ 、 $-\text{COOR}$ 、 $-\text{CONR}_2$ 、 $-\text{COR}$ 、 $-\text{CHO}$ 、 $\sim \text{CF}_3$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}_2$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_5$ 等均可与机体中带正电荷的基团相互吸引，从而引起毒性。
- ❖ 另外，亲水性化合物的水合离子带电荷，极性很强，不易透过细胞膜脂质层，毒性比亲油性化合物低。

13.3 食物原料中的天然毒素

- ❖ 食物原料中的天然毒素主要是指有些动植物中所含有的一些有毒的天然成分。有些动植物，在一般情况下并不含有毒物质，但贮存不当时也会形成某种有毒物质。积累到一定数量食用后也可引起中毒，如：马铃薯贮存不当，发芽后可产生龙葵素。另外，由于某些特殊原因，也可使食品带毒。如蜂蜜是无毒的，但蜜源植物中含有毒素时会酿成有毒蜂蜜，误食后会引起中毒。

❖ 1. 植物性食物中的毒素

❖ 1) 毒蛋白质类

- ❖ (1) 凝聚素 在豆科植物的大豆、豌豆、蚕豆、扁豆、刀豆及大戟科蓖麻的种子中存在。这种有毒蛋白进入人体后能使血液中红细胞产生凝集作用，生食或食用未煮熟的这类植物种子会引起中毒。主要症状有恶心、呕吐，严重者可导致死亡。大豆、豌豆、蚕豆等是人类的营养食物，但必须经过适当加工，使有毒蛋白变性方可食用。

- ❖ (2) 蛋白酶抑制剂 常存在于豆类及马铃薯、芋头、小麦和未成熟的香蕉中，可以抑制胰蛋白酶或者淀粉酶的活性，影响人体对营养物质的消化吸收。
- ❖ (3) 毒肽类 毒肽在毒蕈中存在最多，鹅膏蕈、鬼笔蕈是含毒肽最多的两种典型毒菌，其毒肽的毒性作用机理相仿，都是作用于肝脏。潜伏期可达 10 ~ 24h，只要食用 50g 就可致人死命。误食毒蕈或在食用菌中混入毒蕈而引起中毒的事件时有发生，这是应引起食品工作者和消费者注意的。

❖ (4) 有毒氨基酸类及衍生物

❖ ① 山黎豆毒素原。山黎豆毒素主要有两类：一类是致神经麻痹的氨基酸毒素，有 α ， ν ~ 二氨基丁酸等，另一类是致骨骼畸形的氨基酸衍生物毒素，如 ν 一羟基戊氨酸及山黎豆氨酸等。

❖ 人的典型山黎豆中毒症状是肌肉无力，不可逆的腿脚麻痹，甚至死亡。

❖ ② 刀豆氨酸。能阻抗体内的精氨酸代谢。加热 15 ~ 45min 可破坏大部分刀豆氨酸。

❖ ③L-3, 4-二羟基苯丙氨酸。存在于蚕豆等植物中，能引起急性溶血性贫血症。食后5~24h发病，急性发作期可长达24~48h，人们过多地摄食青蚕豆（无论煮熟或是去皮与否）都可能导致中毒。

❖ ④ β -氰基丙氨酸。存在于蚕豆中，是一种神经毒素，与山黎豆中毒的症状相同。

❖ 2) 毒苷类毒素

❖ 在一些植物中存在有毒苷，主要有下面三类。

❖ (1) 氰苷类 氰苷类毒素常存在于可食植物的某些豆类、核果和仁果的果仁，木薯的块根中。

❖ 主要形式是生氰的葡萄糖苷，其次是龙胆二糖 [β -D 一吡喃葡萄糖 (1 $\rightarrow$ 6)D 一吡喃葡萄糖] 及夹豆二糖，这些生氰苷类在酸或酶的作用下可生成剧毒的氢氰酸，氰根离子是呼吸链电子的传递链的强抑制剂，使有氧呼吸作用不能进行，机体因而处于窒息状态。人食用苦杏仁 5 ~ 10 粒就可引起中毒，一个成年人只要食用 50 ~ 60 粒就可致死。致死量为 0.5 ~ 3.5mg / kg 体重。

❖ (2) 皂苷类 亦称皂素，是广泛分布于植物中的苷类，溶于水后形成胶体溶液，搅动时有似肥皂泡沫的产生，故称皂苷或皂素。皂苷在试管中有破坏红细胞的凝血作用，对冷血动物极毒，但食物中的皂苷经人、畜口服时多数不表现毒性（如大豆皂苷），少数有剧毒，如：马铃薯中的茄苷。在正常情况下，马铃薯的茄苷含量在 $3 \sim 6\text{mg} / 100\text{g}$ ，但当马铃薯发芽或经日光照射变绿后的表皮层中，茄苷含量达到足可以使人致死。茄苷的耐热性很强，一般烹煮是很难分解的，所以发芽和变绿的马铃薯不可食用，也不可作饲料。按苷配基不同可将皂苷分为三萜稀类苷、螺固醇类苷和固醇生物碱类苷三大类。

❖ (3) 硫苷 硫苷类物质存在于甘蓝、萝卜、芥菜、卷心菜等十字花科植物及葱、大蒜等植物中，是这些蔬菜辛味的主要成分，均含有 β -D-硫代葡萄糖作为糖苷中的糖成分。过多摄入硫苷类物质有致甲状腺肿的生物效应，总称为致甲状腺肿原。

❖ 3) 酚类毒素及毒有机酸

❖ (1) 酚类毒素 植物性食物中的酚类毒素现今主要发现为棉酚毒素。棉酚存在于棉籽中，榨油时随着进入棉油中。棉酚的毒性主要表现为使人组织红肿出血，神经失常，食欲不振，影响生育等。

❖ 棉酚呈酸性，易被氧化，能成酯、成醚、成盐，加热时可与赖氨酸的碱性 ϵ -一氨基结合成不溶于油脂与醚的结合棉酚，称为 α -棉酚，无毒。棉籽中的棉酚可以采用溶剂萃取法去除，粗制生棉可经加碱加水炼制抽提法去除棉酚。还可采用 FeSO_4 处理法、尿素处理法、氨处理法等化学方法和湿热蒸炒及微生物发酵等方法。

❖ (2) 毒有机酸 主要是指广泛存在于植物中的草酸，菠菜、茶叶、可可中含草酸较多。草酸是一种易溶于水的二羧酸，与金属离子反应生成盐，其中与钙离子反应生成的草酸钙在中性或酸性溶液中都不溶解，因此，含草酸多的食物与含钙离子多的食物共同加工或者共食时，往往能降低食物的营养价值。

❖ 过量食用含草酸多的食物，可能产生口腔及消化道糜烂、胃出血、血尿、甚至惊厥。同时，由于钙在食物中来源广泛，所以过量食用含草酸多的食物易引发肾结石。

❖ 4) 生物碱类毒素

❖ 生物碱是指一些存在于植物中的含氮碱性化合物，它们大多数具有毒性。

❖ (1) 兴奋性生物碱 黄嘌呤衍生物咖啡碱、茶碱和可可碱是食物中分布最广的兴奋性生物碱。咖啡碱存在于咖啡、茶叶及可可中。这些物质具有刺激中枢神经兴奋的作用。常作为提神饮料。相对而言，这类生物碱是无害的。

- ❖ (2) 镇静及致幻性生物碱 有些生物碱对人体的中枢神经具有麻醉致幻作用。如：
 - ❖ ① 古柯碱 存在于古柯树叶中。食用适量时有兴奋作用。过量时先对中枢神经有强烈的镇静作用，继而产生麻醉幻觉。
 - ❖ ② 毒蝇伞菌碱 存在于毒蝇伞菌等毒伞属蕈类中，中毒症状一般食用后 15 ~ 30min 出现。症状最突出的是大量出汗。严重者发生恶心、呕吐和腹痛，并有致幻作用。

❖ ③ 裸盖菇素及脱磷酸裸盖菇素。存在于墨西哥裸盖菇、花褶菇等蕈类中，误食后出现精神错乱，狂歌乱舞、大笑、极度愉快，有的烦躁苦闷，甚至杀人或自杀。花褶菇在我国各地都有分布，生于粪堆上，故称粪菌，又称笑菌或舞菌。食用香料肉豆蔻中也含有致幻性成分肉豆蔻醚。

❖ (3) 毒性生物碱 毒性生物碱种类繁多，在植物性和蕈类食品中有双稠吡啶生物碱、秋水仙碱及马鞍菌素等。

- ❖ 双稠吡咯啉类生物碱广泛分布于植物界，在紫萁科、菊科、豆科及茶叶等植物中已鉴定出150多种。此类生物碱导致肝脏静脉闭塞，有时引起肺部中毒。其中一些还有致癌作用。
- ❖ 秋水仙碱存在于鲜黄花菜中，能阻止植物有丝分裂细胞纺锤体的形成，从而抑制有丝分裂而导致多倍体细胞的产生，秋水仙碱本身对人体无毒，但在体内被氧化成氧化二秋水仙碱后则有剧毒，致死量为 $3 \sim 20\text{mg} / \text{kg}$ 体重。食用较多炒鲜黄花菜后数分钟至十几小时发病，主要症状为恶心呕吐、腹痛、腹泻、头昏等。黄花菜干制后无毒。

❖ 马鞍菌素则存在于某些马鞍菌属蕈类中，易溶于热水和乙醇，熔点 5°C ，低温易挥发，易氧化，对碱不稳定。马鞍菌素中毒潜伏期为 8 ~ 10h，中毒时脉搏不齐，呼吸困难，惊厥等。

❖ 5) 亚硝酸盐毒素 亚硝酸盐进入血液时，能使血细胞中的低铁血红蛋白转化成高铁血红蛋白，形成高铁血红蛋白症，红细胞因而失去携带氧的功能，而且亚硝酸盐也能阻止血红蛋白的释放，因此出现组织缺氧。亚硝酸中毒，轻者呼吸困难，循环衰竭、昏迷等，重者可致死。

❖ 小白菜、菠菜、韭菜、芹菜等绿叶蔬菜中常含较多的硝酸盐，尤其是施硝酸盐氮肥过多或施氮肥不久后就收获的蔬菜中，硝酸盐的含量更多，硝酸盐在人体内能被还原成亚硝酸盐。腌制泡菜，腐败的蔬菜或者存放过久的熟蔬菜都有可能使其中的硝酸盐还原成亚硝酸盐，亚硝酸盐在人体内还可转化成有致癌作用的亚硝胺化合物。

❖ 2. 动物性食物中的毒素

❖ 1) 河豚毒素

❖ 河豚是一种味道鲜美但含有剧毒的鱼类，产于我国沿海及长江中下游一带。河豚中的有毒物质称为河豚毒素，雌河豚的毒素含量高于雄河豚。

❖ 河豚毒素也因部位不同及季节不同而有差异。一般认为，河豚的肝脏和卵巢有剧毒，其次是肾脏、血液、眼睛、腮和皮肤。大多数肌肉可认为无毒，但如鱼死后较久，内脏毒素溶于体液则能逐渐渗入到肌肉中，仍不可忽视。每年春季为卵巢发育期，毒性很强，6～7月产卵退化，毒性减弱，肝脏亦以春季产卵期毒性最强。

河豚毒素是氨基全氢间二氮杂萘 $C_{11}H_{17}O_8N_3$ ，纯品为无色结晶，能溶于酸性溶液和 60 % 的酒精溶液，微溶于水，不溶于其他有机溶剂，极耐热，通常罐藏杀菌温度 (116°C) 都不能使其完全失活，加热到 220°C 经 20~60 min，方能其毒素破坏。

河豚毒素较稳定，盐腌、日晒、加热烹调均不能破坏，但在 $\text{pH} > 7$ 的碱性条件下却不稳定。将新鲜河豚除去内脏、皮肤和头后，肌肉经反复冲洗，加入 2 % 碳酸钠处理 2 ~ 4h，可使河豚毒性降至对人体无害。河豚毒素专一性地堵塞为产生神经冲动所必需的钠离子向神经或肌肉细胞的流动，使神经末梢和神经中枢发生麻痹，最后使呼吸中枢和血管神经中枢麻痹而死。

❖ 2) 青皮红肉鱼

- ❖ 青皮红肉的鱼类，如鲍鱼、金枪鱼、沙丁鱼等可引起类过敏性食物中毒，原因是这些鱼中组胺酸含量较高，经脱羧酶作用强的细菌作用后，产生组胺。此种中毒发病快，潜伏期一般为 $0.5 \sim 1\text{h}$ ，长则可至 4h 。中毒机理是组胺使血管扩张和支气管收缩。主要表现为脸红、头晕、头疼、心跳、脉快、胸闷和呼吸促迫等。部分病人有眼结膜充血、瞳孔散大、脸发胀、唇水肿、口舌及四肢发麻、寻麻疹、全身潮红、血压下降等症状。但多数人症状轻、恢复快、死亡者较少。

❖ 由于其高组胺的形成是微生物的作用，所以最有效的防治措施是防止鱼类腐败。而且腐败鱼类产生腐败胺类，通过它们与组胺的协同作用，可使毒性大为增强。不仅过敏性体质者容易中毒，非过敏性体质者食后也可同样发生中毒。

❖ 3) 海产贝类毒素

❖ (1) 蛤类 食用某些蛤肉可能引起中毒。原因是这些蛤类曾摄入有毒的涡鞭毛藻并有效地浓缩了其所含的毒素。这是一种神经毒素，当海洋局部条件适合涡鞭毛藻生长而超过正常数量时，海水被称为“赤潮”，在这种环境中生长的贝壳类生物往往有毒。

❖ 甚至“赤潮”期间在海滨散步的人吸入一点水滴也可引起中毒。当人食用蛤肉后，毒素则迅速被释放，引起中毒。严重者常在 2 ~ 12h 因呼吸麻痹死亡，死亡率为 5 % ~ 18 %。对麻痹性蛤类中毒尚无有效的解毒剂。而且，此种毒素在一般烹调中不易完全去除。据测定，经 116°C 加热的罐头，仍有 50 % 以上的毒素未被去除。有毒的贝类在清水中放养 1 ~ 3 周，并常换水，可将毒素排净。

❖ (2) 螺 种类已知有 8 万多种，大部分可食，少数种类也含有有毒物质。螺属于单壳类，其有毒部位分别在螺的肝脏或鳃下腺、唾液腺内，误食或食用过量。可引起中毒。我国常引起中毒的螺按中毒症状可分为两种类型。

❖ ① 麻痹型 有的毒螺含有影响神经的毒素，使人发生麻痹型中毒。

❖ ② 皮炎型 食毒螺后经日光照射，于面部、四肢、颈部等暴露部位出现皮肤潮红、浮肿、随即呈红斑和寻麻疹状。

❖ (3) 鲍 鲍的体外包被着一个厚的石灰质贝壳，其种类较少，我国记载的只有数种。但其经济价值较高，其壳是名贵药材，有平肝明目功效，在医学又称石决明。其肉味鲜美。具有海珍品之称，自古以来人们就喜欢食用，但其中有些含有有毒物质，如杂色鲍、皱纹盘鲍和耳鲍等。

❖ 杂色鲍壳质厚，一般栖息于潮下带水深 2 ~ 10 m 的岩礁上，栖息环境需潮流畅通、水清、海藻繁茂。从鲍的肝及其他内脏中可提取出不定型的有光感力的色素毒素。人食用其肝和内脏后再经日光曝晒，可引起皮炎反应。此外，在鲍的中肠里也常积累一些毒素，这主要是由于在赤潮时，鲍进食了藻类所含的有毒物质、人食用后也可致病。

❖ 4) 蟾蜍 蟾蜍分泌的毒液成分复杂，约有 30 多种。主要的是蟾蜍毒素。蟾蜍毒素水解可生成蟾蜍配质、辛二酸及精氨酸。蟾蜍配质主要作用心脏，其作用机理是通过迷走神经中枢或末梢，或直接作用于心肌。蟾蜍毒素排泄迅速，无蓄积作用。此外，蟾蜍尚有催吐、升压、刺激胃肠道及对皮肤黏膜的麻醉作用。误食蟾蜍毒素后，一般在食后 0.5 ~ 4h 发病，有多方面的症状表现，在消化系统方面是胃肠道症状，在循环系统方面有胸部胀闷、心悸、脉缓，重者休克、心房颤动。神经系统的症状是头昏头痛，唇舌或四肢麻木，重者抽搐不能言语和昏迷，可在短时间内心跳剧烈、呼吸停止而死亡。

❖ 蟾蜍中毒的死亡率较高，而且无特效的治疗方法，所以主要是预防。严格讲以不食蟾蜍为佳，如用于治疗，应遵医嘱，用量不易过大。

❖ 5) 某些有毒的动物组织

❖ (1) 内分泌腺 甲状腺，在牲畜腺体中毒中，以甲状腺中毒较为多见。人食用后，潜伏期可从 1h 到 10d，一般为 12 ~ 21h。临床主要症状为头晕、头痛、胸闷、恶心、呕吐、腹泻，并伴有出汗，心悸等，部分患者于发病后 3 ~ 4d 出现局部或全身出血性丘疹，皮肤发痒，间有水泡、皮疹，少数人下肢和面部浮肿、肝区痛、手指震颤，严重者高热，心动过速、脱水，10d 左右后脱发、个别患者全身脱皮或手足掌侧脱皮。病程短者仅 3 ~ 5d，长则可达月余。

- ❖ 甲状腺素的理化性质非常稳定，在 600℃ 以上的高温时才能被破坏，一般的烹调方法不可能做到去毒无害，所以，最有效的防止措施是，屠宰者和消费者都应特别注意检查并摘除牲畜的甲状腺。

另外，误食肾上腺、病变淋巴腺均易引起中毒或癌变。

- ❖ (2) 动物的肝脏 动物肝脏是人们常食的美味，它含有丰富的蛋白质、维生素和微量元素等营养物质。此外，肝脏还具有防治某些疾病的作用，因而常将其加工成肝精、肝粉、肝组织液等，用于治疗肝病、贫血、营养不良等症。

❖ 但是，肝脏是动物的最大解毒器官，动物体内的各种毒素，大多要经过肝脏来处理、排泄、转化、结合，因此，肝脏中暗藏着毒物。此外，进入动物体内的细菌、寄生虫往往在肝脏生长、繁殖。肝吸虫病、包虫病在动物中较常见，而且动物也可能患肝炎、肝癌、肝硬化等疾病。所以，食用肝脏要适量。

13.4 微生物毒素

- ❖ 微生物种类多、数量大、分布广，对自然界环境适应能力强。很多微生物被利用在食品的制造方面，起着有益的作用。有些微生物能使食品变质败坏，如腐败微生物；也有少数微生物在生长繁殖过程中产生毒素，能引起人类食物中毒；还有些微生物能使人或动物感染而发生传染病，即病原微生物。

❖ 1. 细菌毒素

- ❖ 细菌不仅种类多，而且生理特性也多种多样，无论环境中~~有~~氧或无氧、高温或低温、酸性或碱性，都有适合该种环境的细菌存在，当它们以食品为培养基进行生长繁殖时，可使食品腐败变质，产生外毒素或内毒素。有些细菌可在体内产生芽孢，芽孢耐高温，一般煮沸方法不能将其除去，降温后，芽孢萌发成新的菌体，又进行生长繁殖，食物被某些细菌污染后，一些致病菌在适宜的温度、水分、pH 和营养条件下大量繁殖，并产生细菌毒素，人在食用这些食物的同时也摄入了大量的细菌，从而发生细菌性食物中毒。

❖ 细菌性食物中毒，在夏、秋两个季节发生较多。因为此时气温较高，微生物易于生长繁殖。细菌性食物中毒的患者一般都表现有明显的胃肠炎症状，其中腹痛、腹泻最为常见。细菌性食物中毒可分为感染型食物中毒和毒素型食物中毒。凡人们食用含有大量病原菌的食物引起消化道感染而造成的中毒称为感染型食物中毒。凡人们食用由于细菌大量繁殖而产生毒素的食物所造成的中毒称为毒素型食物中毒。

❖ 1) 沙门氏菌毒素

- ❖ 沙门氏菌种类很多，大约有 2 000 多种。能引起食物中毒的菌群有鼠伤寒沙门氏菌、猪霍乱沙门氏菌、肠炎沙门氏菌、德彼沙门氏菌、纽波特沙门氏菌、汤母逊沙门氏菌等。能引起人类肠热症的主要有伤寒沙门氏菌、乙型副伤寒沙门氏菌。常见引起中毒的食品有各种肉类、鱼类、蛋类和乳类，其中，以肉类占多数。当沙门氏菌随食品进入人体后，可在肠道内大量繁殖，经淋巴系统进入血液内，潜伏期平均为 12 ~ 24h，有时可长达 2 ~ 3d。

- ❖ 感染型食物中毒的症状表现为急性胃肠炎症状，如果细菌已产生毒素，可引起中枢神经系统症状，出现体温升高、痉挛等。一般病程为 3 ~ 7d，死亡率较低，约为 0.5 %。
- ❖ 沙门氏菌不耐热，在 60 ~ 70°C 经 30min 即可杀死。该菌不分解蛋白质，食物被污染后菌体即使大量繁殖，感官性质上也没什么改变。所以，对贮藏较久的肉类应彻底加热灭菌后方可食用。

❖ 2) 葡萄球菌肠毒素

- ❖ 葡萄球菌广泛分布于自然界，如空气、水、土壤、饲料和一些物品上，还常见于人和动物的皮肤及与外界相通的腔道中。葡萄球菌中，腐生葡萄球菌数量最多，一般不致病。表皮葡萄球菌致病较弱，金黄色葡萄球菌致病力最强。可产生肠毒素、杀白血球素、溶血素等毒素。引起食物中毒的是肠毒素。

❖ 金黄色葡萄球菌为革兰氏阳性球菌。呈葡萄串状排列，无芽孢，无鞭毛，不能运动。适宜生长温度为 $35 \sim 37^{\circ}\text{C}$ ，但在 $0 \sim 47^{\circ}\text{C}$ 都可以生长。为兼气厌氧菌，耐盐性较强，在含 $7.5\% \sim 15\% \text{NaCl}$ 的培养基中仍能生长。在普通培养基上可产生金黄色色素。菌体不耐热， 60°C ， 30 min ，即可被杀死。但在冷藏环境中不易死亡。已确认的至少有 A、B、 C_1 、 C_2 、 C_3 、D、E 和 F 8 个型。A 肠毒素引起的食物中毒最多，B 次之，C 较少。

❖ 毒素的抗热力很强，煮沸 1 ~ 1.5h 仍保持其毒力，经 218~248℃，30min 才能使毒性消失。可见一般的烹调温度只能杀灭病菌，不能破坏其毒素，食用这种食物仍可能引起食物中毒，这是值得注意的。

❖ 金黄色葡萄球菌引起的食物中毒，属毒素型食物中毒，其主要症状是急性胃肠炎症状。肠毒素经消化道吸收后进入血液，刺激中枢神经系统而发生恶心、呕吐、腹泻、腹痛等。潜伏期多在 2 ~ 5h，较短的仅 40min，大部分患者 24 ~ 28h 恢复正常，很少就医，极少死亡。

❖ 3) 毒杆菌毒素

- ❖ 肉毒梭状芽孢杆菌，简称肉毒梭菌，在自然界广泛分布，土壤、霉干菌、禽粪便中均有存在。可引起严重的毒素型食物中毒。肉毒梭菌是革兰氏阳性的产芽孢细菌，适宜的生长温度为 **35°C** 左右，属温性。为专性厌氧菌，必须在严格缺氧的条件下才能生长繁殖。在中性或弱碱的基质中生长良好。其芽孢耐热，一般煮沸需经 **1 ~ 6h**，或 **121°C** 高压蒸汽，经 **4 ~ 10min** 才能杀死。它是引起食物中毒病原菌中对热抵抗力最强的菌种之一。所以，罐头的杀菌效果，一般以肉毒梭菌为指示细菌。

❖ 肉毒梭菌产生的毒素叫肉毒毒素。肉毒毒素有：A、B、C_α、C_β、D、E、F和G 8个型别。肉毒毒素对热的抵抗力较低，80℃，20min 或 100℃，5min，即可破坏其毒性。但就已知的毒素中。肉毒毒素是毒性最强的一种，对人的致死量为 10—9mg / kg 体重。其毒力比氰化钾大 10000 倍。

❖ 专性厌氧肉梭状芽孢杆菌能产生强烈的外毒素，其毒素对人和动物具有很强的毒性，0.01mg 可致死人命。肉毒杆菌毒素是高分子单纯蛋白质，不耐热，80℃ 加热 30min 即可破坏其毒性。

- ❖ 肉毒杆菌食物中毒属毒素型食物中毒，主要作用于神经肌肉连接点和植物神经末梢，其症状是肌肉麻痹、吞咽困难、语言障碍，甚至发生腹胀、便秘、尿闭、流涎、口渴等症状，严重者因呼吸麻痹而死亡，死亡多数发生在病后 3 ~ 7d，病死率可达 30 % 以上，甚至高达 80 %。
- ❖ 能引起食物中毒的细菌还有副溶血性弧菌、产气荚膜杆菌、变型杆菌、致病性大肠杆菌、蜡状芽孢杆菌等。

❖ 2. 霉菌毒素

- ❖ 霉菌在自然的分布极广，特别是在阴暗潮湿和温度较高的环境中更有利于它们的生长。由于霉菌的营养来源主要是糖、少量的氮和无机盐，因此，极易在粮食、水果和各种食品上生长，引起食品的腐败变质，使食品失去了原有的色、香、味、体，降低或完全丧失了食用价值。有些霉菌可产生毒素，毒素一般不会被破坏，即使霉菌死亡后，毒素仍保留在产品中。很多种霉菌毒素都耐热，普通的烹调和加工条件都不能破坏其毒性。所以，人食用后易中毒。

❖ 如果牲畜喂霉变的饲料，除了牲畜死亡以及不健康所造成的损失外，霉菌毒素及霉菌的代谢产物可作为残留物存在于肉中或进入乳及蛋中，于是最终被人们摄入，引起中毒。

❖ 1) 黄曲霉毒素

❖ 黄曲霉毒素是由黄曲霉和寄生曲霉中少数的几个菌株所产生的。黄曲霉毒素已被鉴定的有 16 种，并划分为 B 和 G 两大类。在食品中最为常见且毒性最强的属黄曲霉毒素 B。

- ❖ 黄曲霉毒素耐热，100℃，20h 也不能将其全部破坏。可溶于氯仿，甲醇等有机溶剂，不溶于己烷、石油醚和乙醚。引起动物中毒的病理变化主要是肝脏，如：肝坏死、肝纤维化、肝癌等。国内外许多调查发现，癌症高发区常常是气候潮湿和以玉米、花生为日常食品的地带，而玉米和花生很容易被黄曲霉毒素污染。黄曲霉毒素对人、畜、禽都有明显的毒害作用和致癌作用，其毒性比氰化钾还高。小剂量长期摄入或大剂量一次摄入，皆能诱发肝脏病变及癌症。

❖ 2) 青霉毒素 (又称黄变米毒素)

- ❖ 黄变米又叫黄霉米，是由于稻谷收割后和贮存中含水量较高，又在较高的温度下贮藏，被霉菌污染发生霉变，使米呈黄色，并产生毒性代谢产物，统称青霉毒素。青霉毒素包括三类，即岛青霉毒素、橘青霉毒素和黄绿青霉毒素。
- ❖ 岛青霉毒素是岛青霉的代谢产物，具有很强的毒性，使肝脏病变并转发肝癌。
- ❖ 橘青霉毒素是指橘青霉代谢产物，对人和哺乳动物肾脏有损害。
- ❖ 黄绿青霉毒素是黄绿青霉代谢产物，属神经毒素。动物实验先是出现后肢麻痹，继之出现全身麻痹状态，最后呼吸停止而死亡。

❖ 3) 镰刀菌毒素 (又称赤霉病麦毒素)

- ❖ 镰刀菌对大麦、小麦、元麦均能发生病变，在玉米、甜菜、蚕豆及山芋上也能生长。在小麦收割期，如遇连绵阴云雨气候，镰刀菌易造成大量赤霉病发生。
- ❖ 赤霉病麦产生的毒素比较稳定，耐热、耐酸、耐干燥，在 120°C 都不能破坏其毒性。因此病麦原料经一般的加工后仍不能食用，也不能作为饲料。在碱性条件下，高温蒸气加热可破坏其毒素。

❖ 4) 霉变甘蔗中毒

- ❖ 主要发生在初春的 2 ~ 4 月份。这是因为甘蔗在不良条件下经过冬季的长期贮存，到第二年春季陆续出售的过程中，霉菌大量生长繁殖并产生毒素，人们食用此种甘蔗的可导致中毒，特别是收割时尚未完全成熟的甘蔗，含糖量低，渗透压也低。有利于霉菌和其他微生物的生长繁殖。

- ❖ 引起甘蔗霉变的主要是节菱孢属中的霉菌，它们污染甘蔗后可迅速繁殖，在 2 ~ 3 周内产生一种叫 3-硝基丙酸的强烈毒素，可损伤人的中枢神经系统，造成脑水肿和肺、肝、肾等脏器充血，从而发生恶心、呕吐、头昏、抽搐等症状，严重时会产生昏迷，可因呼吸衰竭而死亡。
- ❖ 实际上霉菌毒素约有 200 种，这些霉菌毒素常常通过食物和饲料引起急性中毒和慢性中毒，甚至诱发癌症，造成畸胎以及体内遗传物质突变等对人类健康有很大威胁。

13.5 化学毒素

- ❖ 主要来源于食物原料生长繁殖环境、加工机械污染及加工过程中的化学污染。
- ❖ 1. 环境污染毒
- ❖ 原因主要有两个方面：一是工业废物污染水源、土壤和大气，最后在食用动植物组织中富集。二是大量施用无机、有机农药及化肥、生长调节剂等造成的在食用动植物组织中的残留。

- ❖ 1) 多氯联苯化合物 (PCB) 和多溴联苯化合物 (PBB)
- ❖ PCB 和 PBB 是稳定的惰性分子，具有良好的绝缘性与阻燃性，在工业中广泛应用。如作为抗燃剂、抗氧剂加于油漆中，作为软化剂等加到塑料、橡胶、油墨、纸与包装材料中。

- ❖ **PCB 和 PBB** 不易降解，难溶于水，易溶于脂肪、有机溶剂，易在生物体内的脂肪内大量富集。由于其具有高度稳定性与亲油性，可通过各种途径富积而使鱼类、动物、家畜体内含高浓度多氯联苯。人食用含有此物质的动、植物后，中毒表现为皮疹、色素沉积、浮肿无力、呕吐等症状。

❖ 2) 环境中 3,4 一苯并 (a) 芘的污染

- ❖ 3,4 一苯并 (a) 芘在自然界广泛存在。对人类的社会造成大量的环境污染，如工农业生产、交通运输和日常生活中大量使用的煤炭、石油、汽油、木柴等燃料，以及柏油路上晾晒粮食、油料种籽等，均能使食品受到 3,4 一苯并 (a) 芘污染。

- ❖ 大气、土壤、水中都不同程度地含有 3,4-二苯并(a)芘，使农作物和水生生物等进一步受到 3,4-二苯并(a)芘直接或间接污染，通过食物链和生物浓缩使人们所食用的食品不同程度含有了 3,4-二苯并(a)芘。
- ❖ 另外，某些植物和微生物的合成作用产生的微量 3,4-二苯并(a)芘对食品的影响也是不能排除和忽略的。

❖ 2. 农药和生长调节剂

- ❖ 各种杀虫、杀菌及除草农药中均含有污染物，实际上能对食品污染的主要是有机氯农药滴滴涕和六六六。有机磷杀虫剂对硫磷 (1605)、内吸磷 (1059)、甲胺磷 (3911)，还有近期发现的属高效低毒低残留品种乐果、敌百虫、敌敌畏等。
- ❖ 以有机氯、有机磷、有机汞及无机砷制剂的残留毒性最强。粮食是农药污染最广的一种食物，其次是水果和蔬菜。

- ❖ 有机氯农药不溶或微溶于水，较稳定。农药半衰期较长，对人的危害主要是其有较强的蓄积性，现许多国家已禁止生产。
- ❖ 有机磷农药大多为油状液体，不溶于水，易溶于有机溶剂，化学性质不稳定，易降解而失去毒性。一般的淘洗、烹调即可除去毒性。
- ❖ 各种植物生长调节剂则是农业上广泛使用一类具有激素作用的生物活性物质。受其污染最广的是水果等经济作物。

❖ 农药污染途径可分为直接污染和间接污染两大类。直接污染的如农田使用农药直接喷施食用作物；装过农药而未清洗干净的运输工具和容器贮运食物及原料。间接污染的如施用过农药的农田水流入江河湖泊污染的水产品；通过土壤中残留的农药污染的农作物；通过大气中漂浮的农药污染的食用作物；饲料中残留农药转移入禽、畜体中。

❖ 3. 重金属的污染途径

- ❖ 相对质量在 4.0 以上的金属统称为重金属，重金属对机体损害的一般机理是与蛋白质、酶结合成不溶性盐而使蛋白质变性，当人体的功能性蛋白，如酶类、免疫性蛋白等变性失活时，对人体的损伤极大，严重者常可致死亡。
- ❖ 重金属主要是因工业污染而进入环境的，并经过多种途径进入食物链。人和动物体通过食物吸收和富集大量重金属。严重时可出现中毒症状，其中以汞、镉、铅最为重要。

❖ (1) 汞 毒性主要取决于化学状态，有机汞特别是甲基汞 ($\text{CH}_3 - \text{HgCl}$)，比无机汞的毒性强得多，且对机体的损伤是不可逆的。两种形式的汞均损害中枢神经系统。甲基汞是在微生物的作用下合成和分解的。当生成的速度超过降解速度时，则极易在鱼体内聚积。植物则可吸收环境中的汞。被汞污染的食品虽经加工，也不能将汞除净。微量汞在人体内不致引起危害，可经尿、粪和汗液等途径排出体外，如数量过多，即产生神经中毒症状，严重者精神紊乱，进而疯狂，痉挛致死。成人每周汞的摄入量不得超过 $0.05\text{mg} / \text{kg}$ 体重。

- ❖ (2) 铅 污染的来源主要有：①使用含铅农药；②环境污染；③食品加工、贮藏、运输使用含铅器械。
- ❖ 铅可在人体内蓄积，生物半衰期为 1460d 。
- ❖ 铅主要损害神经系统、造血器官和肾脏。常见症状是食欲不振、胃肠炎、口有金属味、失眠、头昏、头痛，关节肌肉酸痛、腰痛、贫血等。
- ❖ 成人每周铅的可耐受量为 $0.05\text{mg} / \text{kg}$ 体重。

- ❖ (3) 镉 主要来源于环境污染和有含镉镀层的食品容器等。生物，特别是鱼类可富集镉。镉在摄入后很易被人体吸收。其中一小部分以金属蛋白质复合物的形式贮存在肾脏中。长期接触过量的镉导致肾小管损伤，其毒性反应为贫血、肝功能损害等，还可影响与锌有关的酶而干扰代谢功能，改变血压状况等。
- ❖ 镉在人体内的生物半衰期为 16 ~ 23 年，成人每周可耐受量为 0.0067 ~ 0.0083 mg / kg 体重。

- ❖ (4) 砷 来源于环境及食品加工中使用不纯的酸、碱类和不纯的食品添加剂等。砷的氧化物和盐类经人体吸收后可经肾或粪便排出，亦能从乳汁排出，但排泄极缓慢。因此，常因蓄积而导致慢性中毒。
- ❖ 亚砷酸离子可与细胞中含巯基的酶类结合使其失活而干扰代谢；砷亦能麻痹血管运动中枢和直接作用于毛细血管，使内脏毛细血管麻痹、扩张及透性增加。
- ❖ 人体每日容许摄入量 $0.05\text{mg} / \text{kg}$ 体重。

- ❖ (5) 有机磷 主要来源于农药污染，有敌百虫、敌敌畏、对硫磷、长效磷、乐果等。
- ❖ 有机磷属于神经毒素，主要是抑制血液中胆碱酯酶的活性，造成乙酰胆碱蓄积，引起一系列的神经功能紊乱。
- ❖ (6) 有机氯 主要有六六六、滴滴涕等。
- ❖ 有机氯也属于神经毒素。有机氯急性中毒，主要表现为中枢神经系统症状。
- ❖ 另外，滴滴涕还有致癌性。

❖ 4. 兽药残留对食品安全的影响

- ❖ 在畜禽的养殖过程中，为了预防和治疗畜禽的疾病，以及促进畜禽的生长而为其注射和服用一些抗生素，激素等药物，因用法不当造成这些兽药在动物体内的残留。人食用了这些含有残留兽药的动物性食品后，虽不表现为急性毒性作用，但人如果经常摄入低剂量的兽药残留物，经一段时间后，也可造成兽药在体内慢慢蓄积，对人体产生一些不良反应和毒性作用，甚至产生耐药性和致癌作用。

13.6 食品在加工过程中产生的毒素

- ❖ 食品在加工过程中产生的毒素，一部分是外源性的，即在加工过程中使用的一些食用添加剂。如肉类食品的腌制，需要添加亚硝酸盐，过量使用亚硝酸盐会导致致癌物质亚硝胺的形成，熏制食品由于烟熏而引入致癌物苯并芘及其他稠环芳烃等。另外一些有毒成分是食物原料在加工过程中自身变化而产生的如油脂的氧化产物等。

❖ 1. 亚硝胺类毒素

- ❖ 硝酸盐和亚硝酸盐是腌制食品如腊肠、肉肠、灌肠、火腿和午餐肉中的防腐剂，用于肉类保藏已经几个世纪的历史。此外，亚硝酸盐同时还是一种发色剂，亚硝酸盐和肉类的血红蛋白反应，形成一种可增进食欲的桃红色。亚硝酸盐还赋予香肠、火腿和其他自制品一种诱人的腌肉风味。

- ❖ 亚硝酸盐可与肉中的氨基酸发生反应，也可在人体的胃肠道内和蛋白质的消化产物二级胺（叔胺）和四级胺（季胺）反应。生成亚硝基化合物（**NOC**），尤其是生成 **N-** 亚硝胺这类致癌物，因此也有人将亚硝酸盐作为内生性致癌物。亚硝胺是一种很强的致癌物质。亚硝胺也有较强的致畸性。
- ❖ 有一些破坏亚硝酸盐的化合物能作为亚硝胺形成的抑制剂。如抗坏血酸、谷胱甘肽、半胱氨酸、维生素 **E** 及其它各种酚类抗氧化剂。这些物质在食品中以及实际动物的体内都表现明显抑制亚硝胺的形成。

❖ 2. 多环芳烃

- ❖ 多环芳烃种类繁多，已知其中 10 多种有致癌作用。苯并（a）芘是多环芳烃化合物中一种主要的食品污染物。其污染途径有以下几个方面。
 - ❖ 1）烤、烘烤
 - ❖ 熏制食品所用的木材燃烧时产生的烟和脂肪燃烧时产生的烟是熏制食品中多环芳烃的主要来源。烟熏时产生的苯并（a）芘直接附着在食品表面，随着保藏时间的延长而逐步深入到食品内部。

- ❖ 食品长时间煎炸会使食品轻微碳化。其中有脂肪酸和氨基酸在高温反应形成的苯并（**a**）芘化合物。
- ❖ 2）加工环节的污染
- ❖ 设备管道和包装材料中含有苯并（**a**）芘，采用橡胶管道输送原料或产品时，橡胶的填充料炭黑和加工橡胶时用的重油中均含有苯并（**a**）芘，当液体食品如酱油、醋、酒、饮料等经过这些管道输送时，

❖ 苯并（a）芘有可能转移到食品中，尤其是把橡胶管长期浸泡在食品中，其危害更大。包装糖果、棒冰、面包等要用蜡纸，矿蜡中苯并（a）芘含量较高。食品加工机械用的润滑油苯并（a）芘含量高达 2600 ug / kg ，若密封不好，润滑油滴入食品中会使食品受到污染。我国规定食品中苯并（a）芘允许限量标准不超过 5 ug / kg 。

❖ 3. 食品添加剂引起的毒害

- ❖ 在日常生活中我们每天都要吃饭、喝饮料、食用零食等，人们正是在日常消费大量食品的同时也摄入了多种食品添加剂。
- ❖ 食品添加剂对人体的毒性概括起来有致癌性、致畸性和致突变性。这些毒性的共同特点是要经历较长时间才能显露出来，即对人体产生潜在的毒害，这也就是人们关心食品添加剂安全性的原因。

❖ 食品添加剂自身毒性虽低，但由于抗营养因子作用，以及食品成分或不同添加剂之间的相互影响，就可能生成意想不到的有毒物质。另外，食品添加剂具有叠加毒性，即两种以上的化学物质组合之后会有新的毒性。食品添加剂表现出来的叠加毒性比想象的要多得多，食品添加剂的一般毒性和特殊毒性均存在叠加毒性，当它们和其他的化学物质如农药残留、重金属起或同时摄入的话，使原本无致癌性化学物质转化为致癌性的物质。

❖ 4. 美拉德反应产物

- ❖ 美拉德反应是：蛋白质（氨基酸）的氨基与葡萄糖的羰基发生了聚合反应，又叫羰氨反应。在面包、糕点和咖啡等食品的烘烤过程中，美拉德反应能产生诱人的焦黄色和独特风味，美拉德反应也是食品在加热或长期贮藏时发生褐变的主要原因。
- ❖ 美拉德反应除形成褐色素、风味物质和多聚物外，还可形成许多杂环化合物。有促氧化物、抗氧化物、致突变物。一些产物具强致突变性，提示可能形成致癌物。

❖ 另外在食品加工过程中使用的机械管道、锅、白铁管、塑料管、橡胶管、铝制品容器及包装材料等，都有可能将有毒物质带到食品中去。如酸性食品从上釉的陶瓷器皿中溶出铅盐、镉盐和锑盐；用荧光增白剂处理的纸作包装材料，纸上残留有毒的胺类化合物均易污染食品；不锈钢器皿存放酸性食品时间较长，溶出的镍、铬也易污染食物。

思考题

- ❖ 1. 什么叫嫌忌成分？它对人类有哪些危害？
- ❖ 2. 什么是微生物毒素，它对人类有哪些危害？
- ❖ 3. 食品中嫌忌成分产生的途径有哪些？应怎样防止？