

# 功能性食品学

## 网上电子教案

授课教师

陈 辉

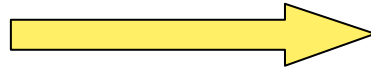
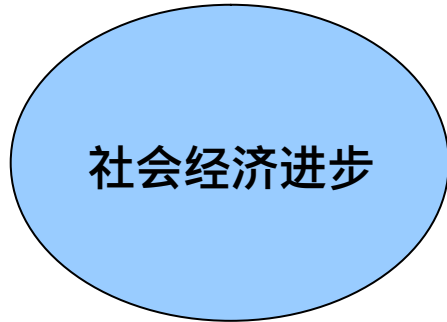
李巧玲

李雪梅

河北科技大学生物科学与工程学院

人类-----有规律有选择的摄入食物-----维持生命

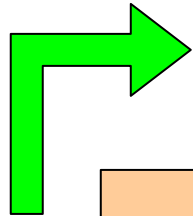
食物的营养水平-----人类的身体健康、智力密不可分



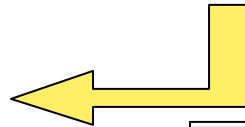
食品发展带来诸多新的机会



负面影响:环境的恶化与污染、饮食的不平衡,  
人体的健康状况乃至生存安全受到了极大的威胁



“文明病”  
快节奏的工作、  
老龄社会的形成  
亚健康状态，



功能性食品是当今国际  
食品科学与工程领域的  
前沿阵地，被誉为21世  
纪的食品。

本课是在食品生物化学、食品  
营养学、食品工艺学的基础  
上，讲述当今国际食品科学领  
域的前沿内容。

# 绪论

本章学习目的：

掌握功能性食品的基本概念。

了解、掌握功能性食品的发展与前沿内容。

了解功能性食品在保证人体健康方面的意义。

## 第一节 功能性食品的开发意义

功能性食品-----被誉为21世纪的食品

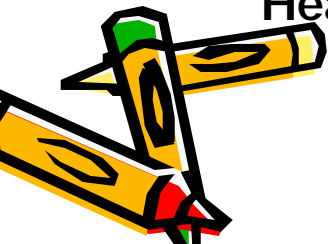
功能性食品研究-----国际食品科学与工程领域的前沿阵地

功能性食品开发-----时代对传统食品的深层次要求

功能性食品开发的目的-----是要满足人类自身的健康需要

健康----指一个人在身体、心理和社会适应等各方面都处于  
完满的状态,而不仅仅是无疾病或不虚弱。

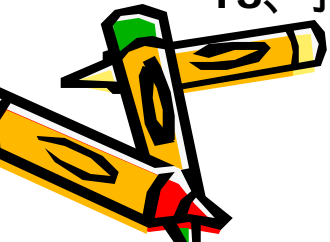
Health---haeth (古代词) 值得庆贺即安全完好状况。



## 一、健康与疾病

### (一)、健康的标志：(全世界公认的13方面)

- 1、生气勃勃富有进取心；
- 2、性格开朗、充满活力；
- 3、正常身高与体重
- 4、保持正常的体温、脉搏和呼吸（37℃；72次/min；婴儿45次/min、6岁25次/min、15-25岁18次/min、年纪稍大又有增加）
- 5、食欲旺盛；
- 6、明亮的眼睛和粉红的眼膜；
- 7、不易得病，对流行病有足够的耐受力；
- 8、正常的大小便；
- 9、淡红色舌头无厚的舌苔；
- 10、健康的牙龈和口腔粘膜；
- 11、光滑的皮肤、柔韧而富有弹性 肤色健康；
- 12、光滑带光泽的头发；
- 13、指甲坚固而带微红色；



## (一)、亚健康

亚健康-----是一种健康的透支状态，身体存在种种不适但无身体器质性病变状态。

45%人群处于该种亚健康状态。特别是中年知识分子、现代企业管理者高达85%。

人体生物周期中的低潮期，  
表现为精力不足、情绪低落、困倦乏力、  
注意力难集中、反应迟钝、适应力差。

过度疲劳造成的脑力、体力透支。  
生活节奏提速、竞争激烈、  
身体主要器官长期处于入不敷出的超负荷状态，  
表现疲劳困乏、精力不足、注意力分散、记忆力减退、  
睡眠障碍、颈、背、腰、膝酸、性机能减退等。

造成亚健康的主要原因：

心脑血管及其他慢性疾病的前期、恢复期、  
手术后的康复期出现的种种不适  
如：胸闷、气短、头晕目眩、  
失眠健忘、抑郁惊恐、心悸、  
无名疼痛、浮肿、脱发等。

人体自然衰老。  
组织、器官发生不同程度的老化  
表现体力不支、精力不足、  
社会适应力降低、  
更年期综合症、内分泌失调等。

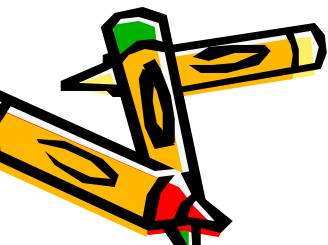
**亚健康-----患病前兆-----疾病或衰老**

### (三)、疾病的起因：

- 1、不正常的生长物；
- 2、组织的衰老与变性；
- 3、免疫变态反应与其它紊乱；
- 4、先天性和遗传疾病；
- 5、内分泌和代谢紊乱；
- 6、传染性疾病和寄生虫侵染；
- 7、物理因素损伤
- 8、营养不良；
- 9、应激反应；
- 10、毒性物质；

### (四)、预防的措施：

- 1、减少细胞不正常生长的机会；
- 2、预防因衰老引发的变性疾病；
- 3、减少变态反应；
- 4、预防先天疾病；
- 5、先天代谢缺陷的治疗；
- 6、保持机体内分泌与代谢功能的最佳状态；
- 7、提高机体免疫力；
- 8、注重卫生措施预防疾病传播；
- 9、避免物理因素引发的损伤；
- 10、预防营养不良；
- 11、减少应激作用；
- 12、对毒性物质的解毒作用；



## 第二节 功能食品的基本概念

### 一、功能食品的定义：

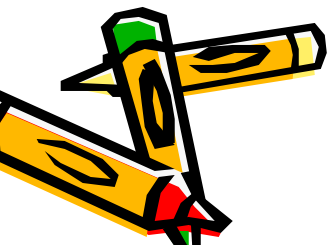
#### 功能性食品 (Functional Food)：

1987年，日本文部省在《食品功能的系统性解释与展开》最先使用该词

1989年4月厚生省进一步明确定义为：对人体能充分显示身体的防御功能、调节生理节奏、以及预防疾病和促进康复等方面的工程化食品。

1990年11月又提出“特殊保健用途食品” (Food for Specified Health use)。

功能性食品有时也称为保健食品。  
在学术与科研上，叫“功能性食品”更科学些。



## 1、功能性食品概念：

强调其成分对人体能充分显示机体防御功能、调节生理节律、预防疾病和促进康复等功能的工业化食品。

### 必须符合下面条件：

无毒、无害，符合应有的营养要求。

其功能必须是明确的、具体的，而且经过科学验证是肯定的。同时，其功能不能取代人体正常的膳食摄入和对各类必需营养素的需要。

功能性食品通常是针对需要调整某方面机体功能的特定人群而研制生产的。

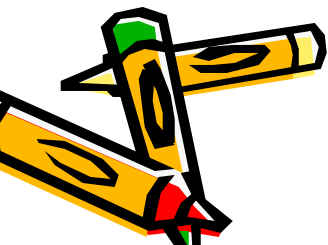
它不以治疗为目的，不能取代药物对病人的治疗作用。

## 2、基本要求：

(1)、作为食品，由通常使用的原材料或成分构成，以通常形态和方法摄取。

(2)、属于日常摄取的食品。

(3)、应标记有关的调节功能。





**健康食品 (Health Food)** : 欧洲诸国普遍采用的概念, 增进健康为宗旨、采用天然材料、遵守健康原则、保证食品卫生与质量。其范围:

- 1、含有充分的营养素
- 2、补充膳食中缺少的营养素。
- 3、特定需要的食品或滋补品, 最好含有特殊的营养物质。
- 4、以增强体质和美容为目的的食品。
- 5、以维持和增进健康为目的, 以天然原料为基础的食品。

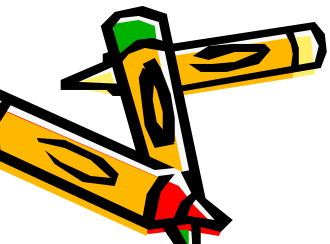
**营养增补剂 (Nutritional Supplement)** : 美国于1994年10月在国会参、众两院通过了“营养增补剂、健康与教育法案”以取代“健康食品法案”, 其要点:

- 1、把草药、植物性物质与维生素、矿物质、氨基酸等同视为营养增补剂, 可以补充到食品中。
- 2、这类产品按使用说明食用, 安全、无害。
- 3、可以任何形式上市 (片剂、胶囊、粉剂等)
- 4、可附功能性说明, 但不用于疾病的预防、诊断与治疗。
- 5、产品上市前, 需要经FDA (美国食品与药物管理局) 认定, 包括文献资料在内的证据。



保健食品：1996年3月15日，卫生部发布了《保健食品管理办法》，当年的6月1日施行。定义为：具有特定保健功能的食品，适宜于特定人群食用，具有调节机体功能，不以治疗为目的。

具有食品的属性，要求无毒、无害，达到应有的营养要求，经得起科学验证，有明确和具体的保健功能。



## 二、分类：

(一)按食用人群：特殊生理需要人群和特殊工作环境和工种人群；

### 1. 日常功能性食品

(1) 婴儿日常功能性食品

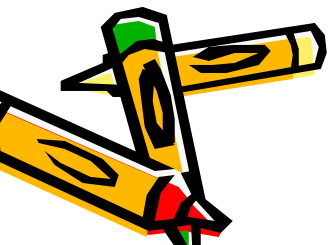
(2) 学生日常功能性食品

(3) 老年人日常功能性食品

### 2、特殊功能性食品

特殊工作环境人群和特殊需要人群：

预防疾病、促进康复、减肥、美容、排铅等



(二)、根据保健功能：健脑益智、增强免疫、降血压、降血糖等

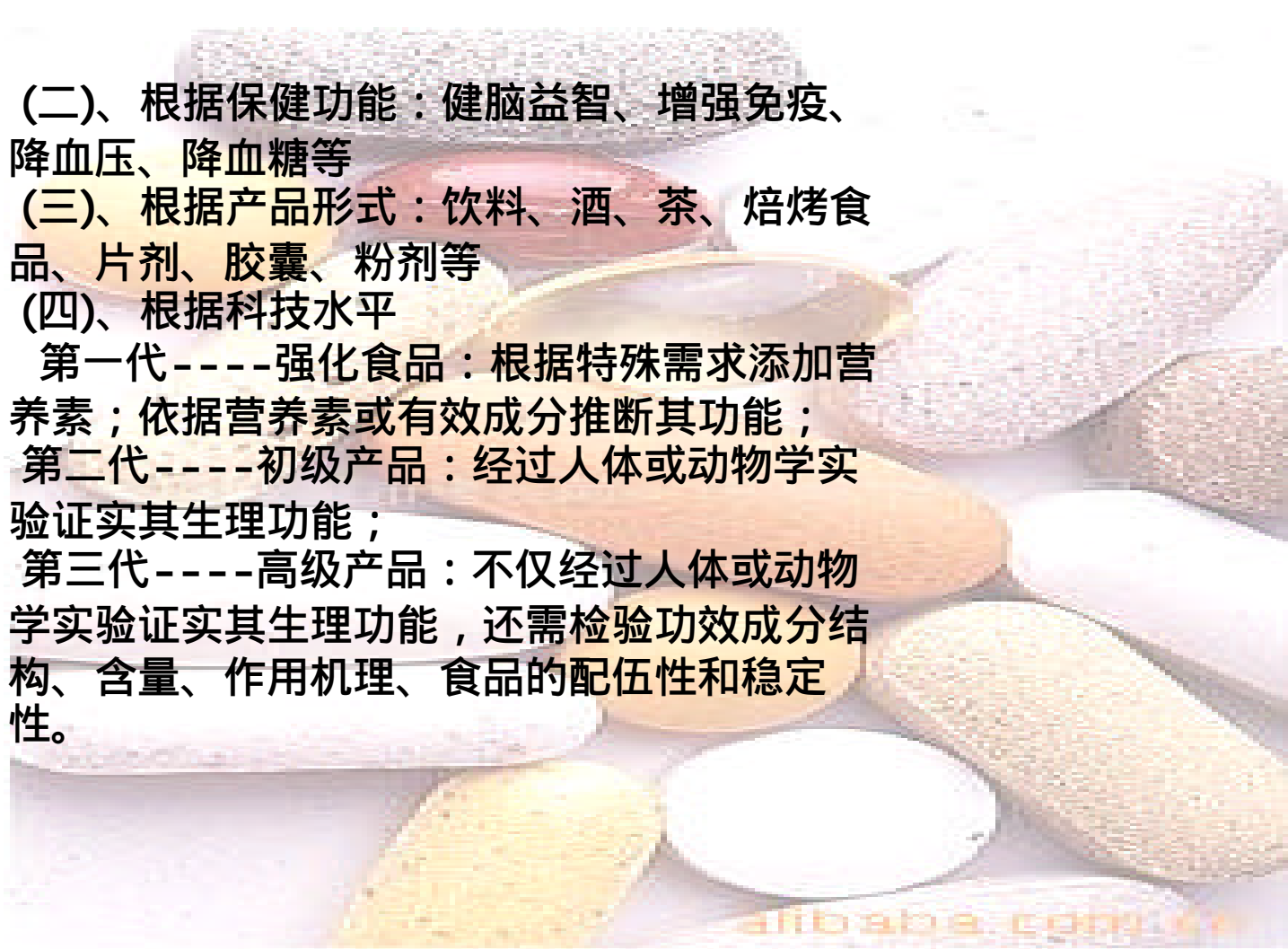
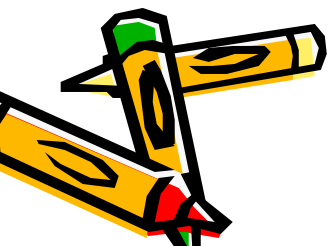
(三)、根据产品形式：饮料、酒、茶、焙烤食品、片剂、胶囊、粉剂等

(四)、根据科技水平

第一代-----强化食品：根据特殊需求添加营养素；依据营养素或有效成分推断其功能；

第二代-----初级产品：经过人体或动物学实验证实其生理功能；

第三代-----高级产品：不仅经过人体或动物学实验证实其生理功能，还需检验功效成分结构、含量、作用机理、食品的配伍性和稳定性。

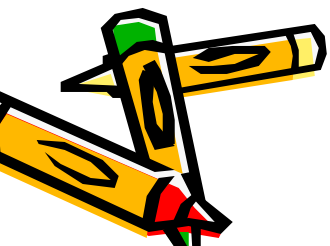


alibaba.com.cn

### 三、功能食品在促进健康方面的作用（功能）

功能食品是工业化产品，它除了具备普通食品的营养、感觉功能外，应具备调节生理活动的第三大功能，特别强调其成分充分显示身体防御功能、调节生理节奏、预防疾病和促进康复的功能。

- 1、增强免疫力；
- 2、抗衰老；
- 3、提高学习记忆力、增进智力；
- 4、促进生长发育；
- 5、抗疲劳；
- 6、减肥；
- 7、提高应激力；
- 8、抗突变、抗肿瘤；
- 9、调节血脂；
- 10、调节血糖；
- 11、改善胃肠道功能；
- 12、助睡眠；
- 13、改善营养性贫血；
- 14、保护化学性肝脏损伤；
- 15、促进乳汁分泌；
- 16、改善视力；
- 17、促进排铅；
- 18、调节血压；
- 19、美容；
- 20、改善骨质疏松；
- 21、强肾；
- 22、清咽利喉；
- 23、护发；



#### 四、功能食品与医药品有**严格区别**：

- 1、药品是治病，功能食品不以治疗为目的而是重在调节机体内环境平衡与生理节奏，增强机体的防御功能，以达到保健康复作用；
- 2、功能食品要达到现代毒理学上的基本无毒或无毒水平，而药品允许一定程度的毒副作用；
- 3、功能食品无需医生的处方，按机体正常需要摄取。



五、功能食品的常用原料：

(一)、药食两用的动植物原料：卫生部批准3批77种

### 1. 种子类

枣(大枣、酸枣、黑枣)、酸枣仁、刀豆、白扁豆、赤小豆、淡豆豉、杏仁(苦、甜)、桃仁、薏苡仁、火麻仁、郁李仁、砂仁、决明子、莱菔子、肉豆蔻、麦芽、龙眼肉、黑芝麻、胖大海、香榧子、芡实、莲子、白果(银杏种子)。

### 2. 果类

沙棘、枸杞子、梔子、山楂、桑葚、乌梅、佛手、木瓜、黄荆子、余甘子、罗汉果、益智、青果、香橼，陈皮，橘红、花椒、小茴香、黑胡椒、八角茴香。

### 3. 根茎类

甘草、葛根、白芷、肉桂、姜(干姜、生姜)、高良姜、百合、薤白、山药、鲜白茅根、鲜芦根、莴苣。

### 4. 花草类

金银花、红花、菊花、丁香、代代花、鱼腥草、蒲公英、薄荷、藿香、马齿苋、香蒲、淡竹叶。

5. 叶类：紫苏、桑叶、荷叶。

6. 动物类：乌梢蛇、蝗蛇、蜂蜜、牡蛎、鸡内金。

7. 菌类：茯苓。

8. 藻类：昆布



## （二）食品新资源品种

食品新资源管理的6类14个品种现已作为普通食品管理，它们也是开发功能性食品的常用原料。

1.油菜花粉、玉米花粉、松花粉、向日葵花粉、紫云英花粉、荞麦花粉、芝麻花粉、高粱花粉。

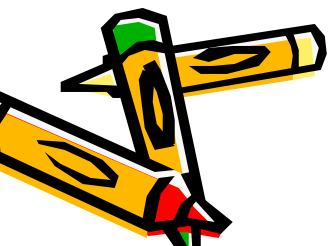
2.钝顶螺旋藻、极大螺旋藻。

3.魔芋。

4.刺梨。

5.玫瑰茄。

6.蚕蛹。

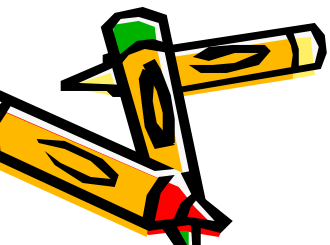




### (三) 用于功能性食品的部分中草药

目前，卫生部允许使用部分中草药来开发现阶段的功能性食品，例如：

人参、人参叶、人参果、三七、土茯苓、大蓟、女贞子、山茱萸、川牛膝、川贝母、川芎、马鹿胎、马鹿茸、马鹿骨、丹参、五加皮、五味子、升麻、天门冬、天麻、太子参、巴戟天、木香、木贼、牛蒡子、牛蒡根、车前子、车前草、北沙参、平贝母、玄参、生地黄、生何首乌、白及、白术、白芍、白豆蔻、石决明、石斛、地骨皮、当归、竹菇、红花、红景天、西洋参、吴茱萸、怀牛膝、杜仲、杜仲叶、沙苑子、牡丹皮、芦荟、苍术、补骨脂、诃子、赤芍、远志、麦门冬、龟甲、佩兰、侧柏叶、制大黄、制何首乌、刺五加、刺枚果、泽兰、泽泻、玫瑰花、玫瑰茄、知母、罗布麻、苦丁茶、金荞麦、金樱子、青皮、厚朴、厚朴花、姜黄、枳壳、枳实、柏子仁、珍珠、绞股蓝、胡芦巴、茜草、萆薢、韭菜子、首乌藤、香附、骨碎补、党参、桑白皮、桑枝、浙贝母、益母草、积雪草、淫羊藿、菟丝子、野菊花、银杏叶、黄芪、湖北贝母、番泻叶、蛤蚧、越桔、槐实、蒲黄、蒺藜、蜂胶、酸角、墨旱莲、熟地黄、熟地黄、鳖甲……



#### (四) 注意事项

在开发功能性食品时，常见的注意事项如下：

1. 当功能性食品的原料是中草药时，其用量应控制在临床用量的50%以下。
2. 有明显毒副作用的中药材，不宜作为开发功能性食品的原料。
3. 受国家中药保护的中成药和已获得国家药政管理部门批准的中成药，不能作为功能性食品加以开发。
4. 传统中医药中典型强壮阳药材，不宜作为开发改善性功能功能性食品的原料。

**另外，下列中草药不宜应用在功能性食品中：**

八角莲、八里麻、千金子、土青木香、山莨菪、川乌、广防已、马桑叶、马钱子、六角莲、天仙子、巴豆、水银、长春花、甘遂、生天南星、生半夏、生白附子、生狼毒、白降丹、石蒜、关木通、农吉痢、夹竹桃、朱砂、米壳（罌粟壳）、红升丹、红豆杉、红茴香、红粉、羊角拗、羊躑躅、丽江山慈姑、京大戟、昆明山海棠、河豚、闹羊花、青娘虫、鱼藤、洋地黄、洋金花、牵牛子、砒石（白砒、红砒、砒霜）、草乌、香加皮（杠柳皮）、骆驼蓬、鬼臼、莽草、铁棒槌、铃兰、雪一枝蒿、黄花夹竹桃、斑蝥、硫磺、雷公藤、颠茄、藜芦、蟾酥。



## 六、功能食品的理论基础

现代营养学-----营养素的种类、功能、需要量、平衡膳食的构成；

生物化学-----生物体组成、组成成分的功能；

中医饮食营养学-----人的整体观念、阴阳平衡、顾护脾胃、药食同源；

## 七、功能食品制作工艺

粉碎技术-----干法、湿法、超微粉碎法；（目的：提取、浸出、调配、服用；）

压榨技术-----机械力（目的：破坏细胞、得到汁液、油液）

浸提技术-----利用溶媒，浸渍法、煎煮法、渗漉法蒸馏法（有效成分提取）

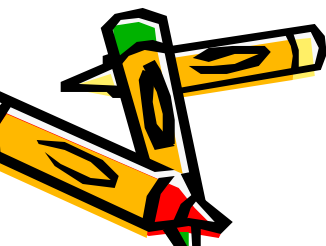
萃取技术-----液液萃取法、超临界萃取法（少量的有效成分提取）

分离技术-----离心分离、膜分离（分子水平）。

混合技术、蒸发技术、干燥技术、杀菌技术等

## 八、功能食品的检测

感官检查；安全毒理学评价、保健功能评价、卫生学检验、稳定性检测



### 第三节 功能性食品发展概况

#### 一、历史背景及原因

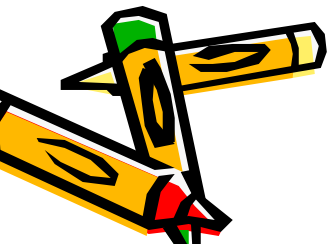
人口结构的变化 -----人口老龄化

疾病模式的改变 -----心脑血管疾病、糖尿病等

回归自然的要求-----

营养与健康知识的普及-----健康

国民收入的增加和消费水平的提高

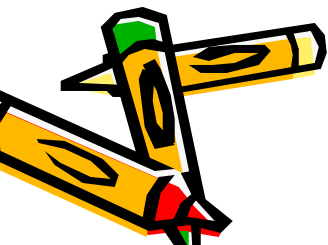


## 一、国内外功能食品的发展

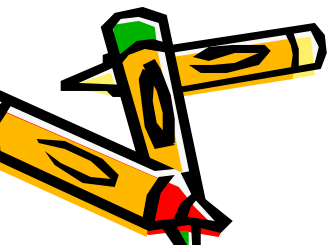
**德国**：世界上保健食品发展较早的国家，其历史与国家的饮食改善运动（1927）和饮食改善学院（1944）的发展史相关。毕业生遍布于德国的食品工厂、商店、医院、社区。对德国的保健食品的发展起了积极作用。大型保健食品企业----Eden公司，choenenberger公司，产品市场占有率10%，2500多个品种。有会员店-----销售、咨询、指导。

**美国**：世界上保健食品工业发展较早的国家，20年代初已有雏形，1936年成立全国健康食品协会（NHFA），健康食品的销售额成倍增长，大多数食品企业已转向生产健康食品，品种15000种以上。

**日本**：起步虽晚，发展迅速。战后饮食的欧化，国民健康的危机，高血压、脑溢血、冠心病、恶性肿瘤、糖尿病等发病率的增高。保健食品出现，1982年以前政府限制，1983年开始调查，1987年1月厚生省的食品卫生科设置“功能食品对策室”，加强政府指导力度，1987年4月出现“功能性食品”，同年先后成立“新开发食品安全评价研究会”“功能食品工业调查计划委员会”。保健食品成为日本食品工业独特高速增长领域。超市设有保健食品专柜，专业人员解答问题、介绍知识。



**我国**：自古的“药食同源”四气五味、归经、升降浮沉及功效。1980年出现现代保健食品雏形，1984年协会成立，1992年有千家厂、2000种产品；1994年，3000家厂，3000产品；1996年规范管理，申报制度。

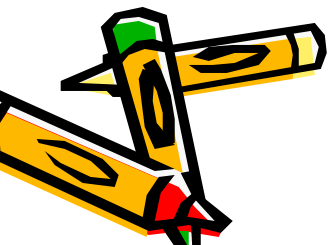


## 第四节 功能食品的管理

我国1995年10月，八届人大十六次会议审议通过《中华人民共和国食品卫生法》，其22、23条对保健功能食品规定；1996年，相继颁布《保健食品管理办法》；

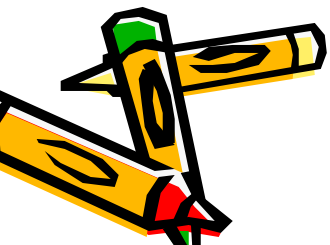
《保健食品评审技术规程》、《保健食品功能学评价程序和检验方法》《保健食品标识规定》《保健食品通用卫生要求》《食品安全毒理学评价程序》。《关于保健食品管理中若干问题的通知》《保健（功能）食品通用标准》

美国：世界上对保健食品管理最严格的是美国的食物与药品管理局（FDA），特别对宣传品、营养标识规定。



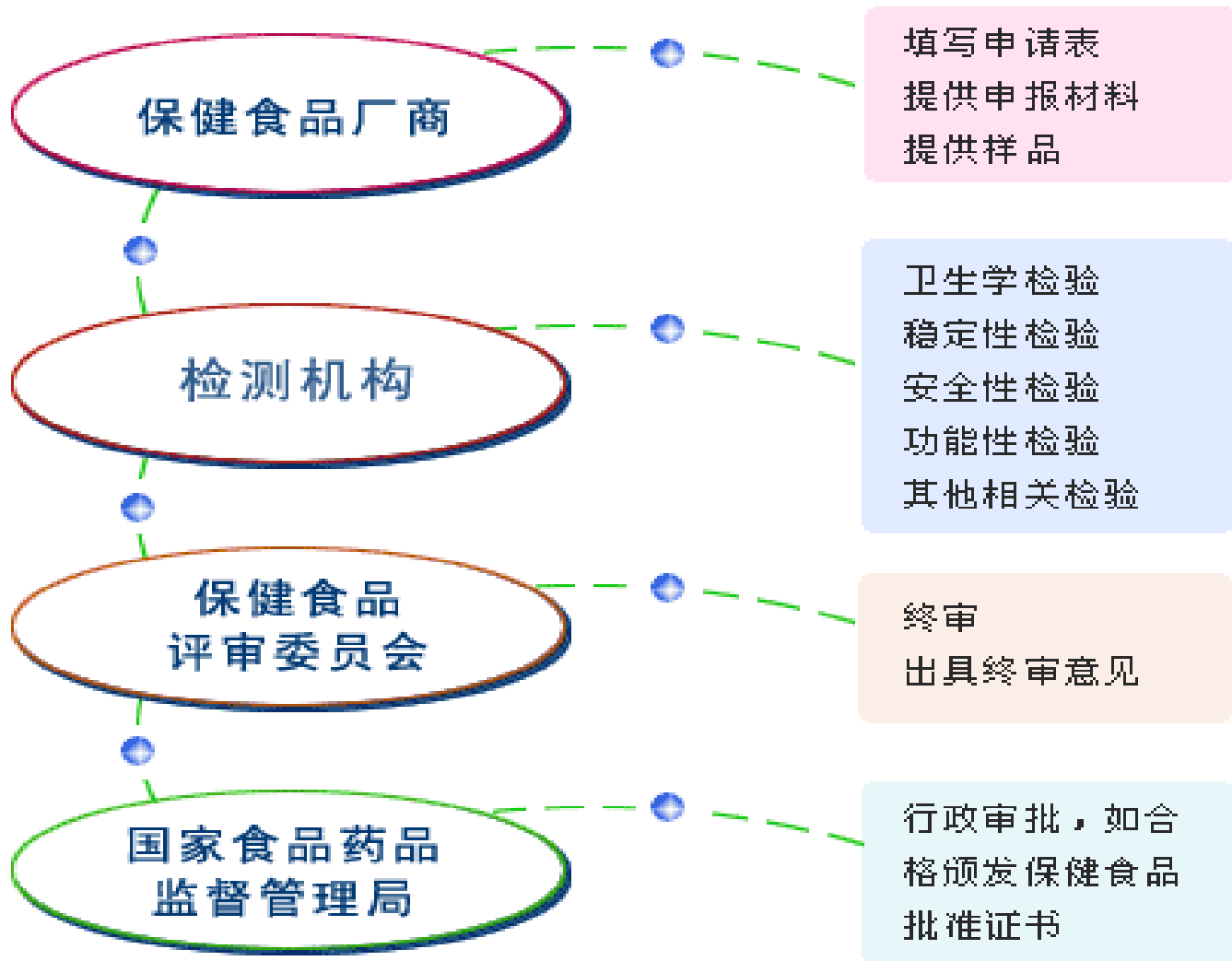
## 第五节 功能食品存在的问题

- 1、低水平重复
- 2、基础研究不够
- 3、采用非传统食品形态，价位较高
- 4、监管难度大
- 5、夸大产品功效





# 保健食品申报流程图





## 第二章 功能性食品理论基础

### 第一节 生物活性寡肽与蛋白质

- 1、生物活性肽基本概念与应用状况（酪蛋白磷酸肽等）
- 2、活性蛋白的基本概念、
- 3、免疫球蛋白的生物学功能、牛乳中的免疫球蛋白
- 4、乳铁蛋白的基本性质、生物活性及其影响因素
- 5、溶菌酶的基本性质、加工适应性及其在食品中的应用

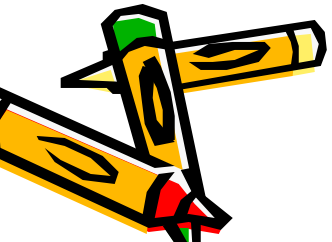


# 一、生物活性肽（简称活性肽）

生物活性肽（简称活性肽）

指的是一类分子量小于6000D，  
具有多种生物学功能的多肽。

食用安全性极高。



## 2、生物活性肽的的生理功能：

- 调节体内的水分、电解质平衡；
- 为免疫系统制造对抗细菌和感染的抗体，提高免疫功能；
- 促进伤口愈合；
- 在体内制造酵素，有助于将食物转化为能量；
- 修复细胞，改善细胞代谢，防止细胞变性，能起到防癌的作用；
- 促进蛋白质、酶、酵素的合成与调控；
- 沟通细胞间、器官间信息的重要化学信使；
- 预防心脑血管疾病；
- 调节内分泌与神经系统；
- 改善消化系统、治疗慢性胃肠道疾病；
- 改善糖尿病、风湿、类风湿等疾病；
- 抗病毒感染、抗衰老，消除体内多余的自由基；
- 促进造血功能，治疗贫血，防止血小板聚集，能提高血红细胞的载氧能力

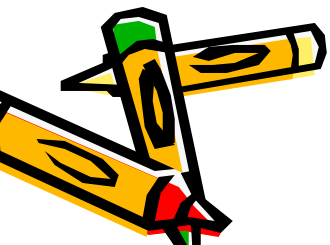


# 肽类物质的应用：

功能性食品

肽类试剂

肽类药物



## (二)、主要种类

- 1、谷胱甘肽
- 谷胱甘肽 (GSH) 是由谷氨酸、半胱氨酸和甘氨酸通过肽键缩合而成的三肽化合物，广泛存在于动物肝脏、血液、酵母和小麦胚芽中。

### 谷胱甘肽重要的作用：

作为解毒剂，

自由基清除剂

对白细胞减少症起到保护作用

纠正乙酰胆碱不平衡，抗过敏

纠正乙酰胆碱不平衡，抗过敏

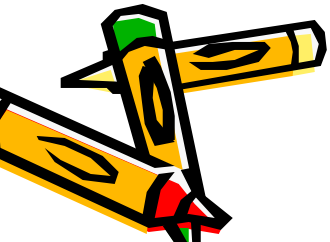
缓解缺氧血症、恶心以及肝脏疾病

可防止皮肤老化及色素沉着

## 2、 降压肽：

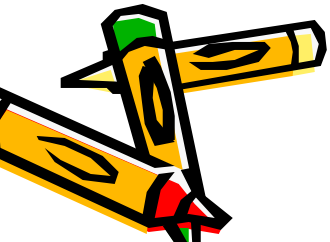
- 降压肽的来源：乳酪蛋白的肽类；鱼贝类；植物类（大豆多肽、玉米多肽）；食用安全性高，对正常人无降血压作用。

? **功能：**易消化吸收；  
促进脂肪代谢；  
增强肌力，加速肌红细胞恢复；  
抗过敏；降低 血清胆固醇



### 3、 促钙吸收肽：酪蛋白磷酸肽 ( casein phosphopeptides CCP )

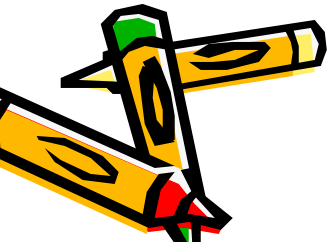
- 酪蛋白磷酸肽的分子内具有丝氨酸磷酸化结构，对钙的吸收作用显著。它是应用生物技术从牛奶蛋白中分离的天然生理活性肽，  
-酪蛋白磷酸肽 -酪蛋白磷酸肽，
- 酪蛋白磷酸肽的生理功能主要有以下几个方面：
  - (1) 促进成长期儿童骨骼和牙齿的发育；
  - (2) 预防和改善骨质疏松症；
  - (3) 促进骨折患者的康复；
  - (4) 预防和改善缺铁性贫血；
  - (5) 抗龋齿。





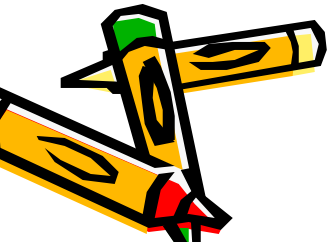
## 4、 高F值低聚肽：

- Fischer值，是支链氨基酸（Branched chain amino acids,BC）和芳香族氨基酸（Aromatic amino acids,AC)的摩尔比值，蛋白质酶解形成的低分子活性肽，功能：防治肝性脑病；改善蛋白质营养状况；抗疲劳：在应激情况下直接向肌肉提供能源，可作为高强度工作者和运动员的食品营养剂。



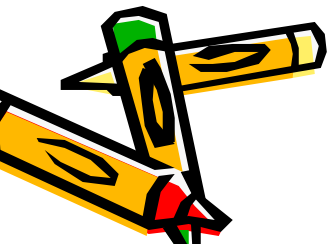
## 5、抗菌肽

- 抗菌活性肽，它通常与抗生素肽和抗病毒肽联系在一起，包括环形肽、糖肽和脂肽，如短杆菌肽、杆菌肽、多粘菌素、乳酸杀菌素、枯草菌素和乳酸链球菌肽等。抗菌肽热稳定性较好，具有很强的抑菌效果。



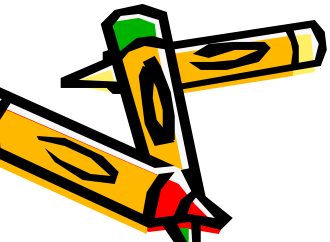
## 6、神经活性肽

- 多种食物蛋白经过酶解后，会产生神经活性肽，如来源于小麦谷蛋白的类鸦片活性肽，它是体外胃蛋白酶及嗜热菌蛋白酶解产物。
- 神经活性肽包括类鸦片活性肽、内啡肽、脑啡肽和其它调控肽。神经活性肽对人具有重要的作用，它能调节人体情绪、呼吸、脉搏、体温等，与普通镇痛剂不同的是，它无任何副作用。



## 7、免疫活性肽

- 免疫活性肽能刺激巨噬细胞的吞噬能力，抑制肿瘤细胞的生长，将这种肽称为免疫活性肽。它分为内源免疫活性肽和外源免疫活性肽两种。内源免疫活性肽包括干扰素、白细胞介素和  $\beta$ -内啡肽，它们是激活和调节机体免疫应答的中心。外源免疫活性肽主要来自于人乳和牛乳中的酪蛋白。



## 8、其它肽类

**酸味肽**：酸味肽通常由酸性氨基酸：谷氨酸钠盐和天冬氨酸钠盐的二肽或三肽组成。

**甜味肽**：甜味肽典型的代表是二肽甜味素和阿力甜素，它们具有味质佳、安全性高、热量低等特点。

**苦味肽**

苦味是有些食品如啤酒、咖啡、奶酪等的重要口

感组分。

**咸味肽**

某些碱性二肽，如鸟氨酰牛磺酸-氢氯化物、鸟氨酰基-丙氨酸-氢氯化物表现出强烈的咸味，有时伴随着Umami风味。

**增强风味的肽**

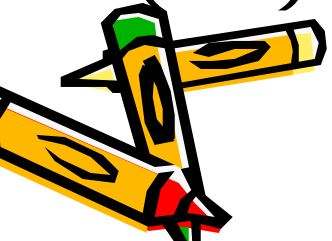
生物活性肽可以通过模拟、掩蔽、增强风味而提高食品的口感。



## 二、氨基酸类

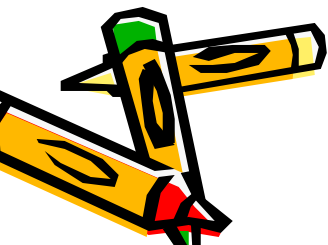
### (一) 牛磺酸

- 牛黄的成分，1950年结构确定，1960年Curtis实验证明其对脊髓神经元有抑制作用；1969年，Tasper发现猫觉醒时大脑皮层释放牛磺酸；1975年Hayer发现幼猫缺乏牛磺酸导致视网膜退化而失明。
- 1、结构：2-氨基乙磺酸
- 2、功能：普遍存在乳汁、脑、心脏、肌肉中，半胱氨酸代谢而来，缺乏影响生长、视力、心脏、脑功能。
- (二) 谷胺酰氨----有效防止肠衰竭



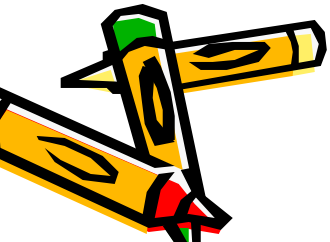
### 三、蛋白质类

- 免疫球蛋白作为重要的蛋白类生物活性物质，目前有着比较广泛的研究背景和应用潜力，乳铁蛋白和溶菌酶等作为具有抑菌蛋白已经得到广泛的关注，因此主要介绍它们的基本概念、来源与分布、结构与组成、生物活性等。

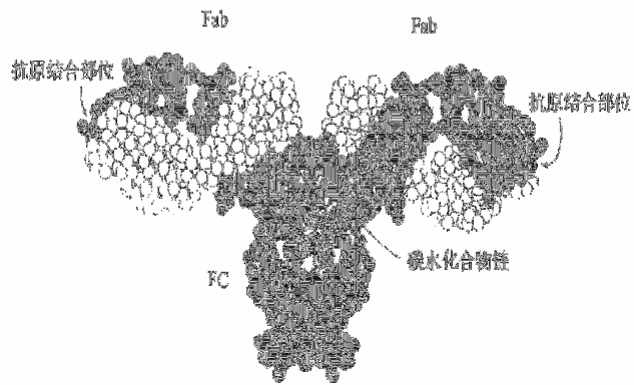
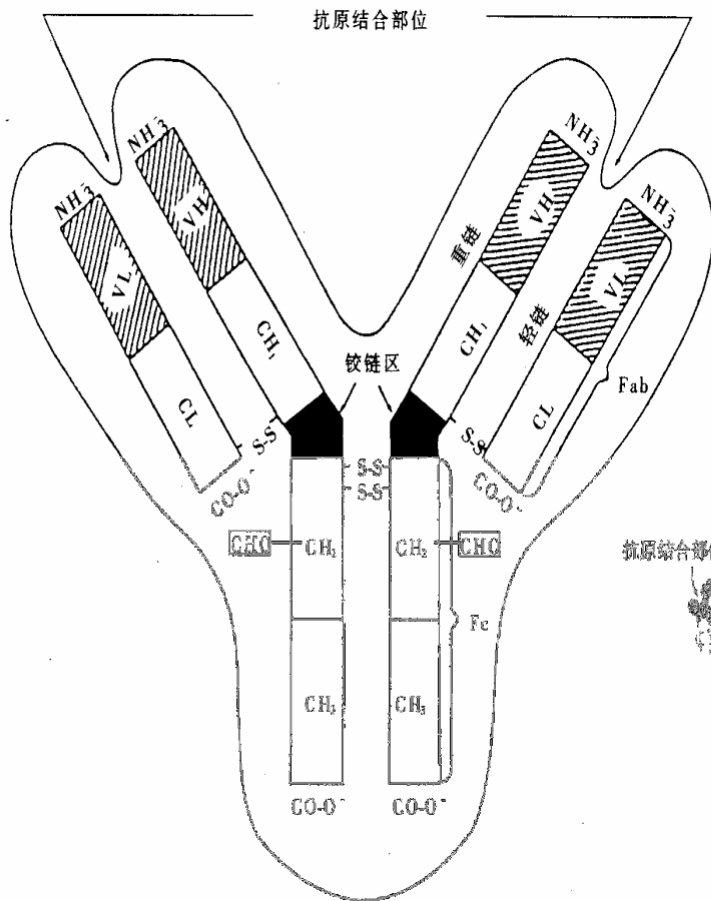


# (一) 免疫球蛋白

- 免疫球蛋白 (Immunoglobulin, 简称Ig) 是一类具有抗体活性, 能与相应抗原发生特异性结合的球蛋白。免疫球蛋白不仅存在于血液中, 还存在于体液、粘膜分泌液以及B淋巴细胞膜中。它是构成体液免疫作用的主要物质, 与补体结合后可杀死细菌和病毒, 因此, 可增强机体的防御能力。
- 食物来源的免疫球蛋白----主要是来自乳、蛋等畜产品。
- 近年来人们对牛初乳和蛋黄来源的免疫球蛋白研究开发的较多。
- 在牛初乳和常乳中, Ig总含量分别为50和0.6mg / mL
- 其中约80% ~ 86%为IgG。人乳免疫球蛋白主要以 IgA为主, 含量为4.1 ~ 4.75  $\mu$ g / g。
- 从鸡蛋黄中提取的免疫球蛋白为IgY, 是鸡血清IgG在孵卵过程中转移至鸡蛋黄中形成的, 其生理活性与鸡血清IgG极为相似, 相对分子质量164000。其活性易受到温度、pH的影响。当温度在60 以上、pH<4时, 活性损失较大。

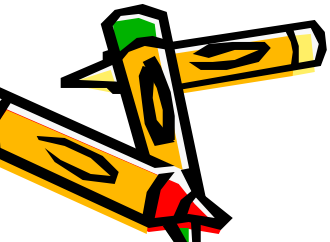




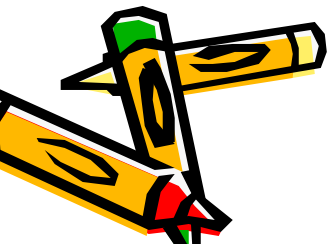


## 二、乳铁蛋白

- (一)、Lf的基本性质
- 1、Lf的基本结构和组成
- 乳铁蛋白是一种天然蛋白质的降解物，是一种铁结合糖蛋白，存在于牛乳和母乳中。乳铁蛋白晶体呈红色，是一种铁结合性糖蛋白，牛乳铁蛋白的等电点(pI)为8，比人乳铁蛋白高2个pH单位。在1分子乳铁蛋白中，含有2个铁结合部位。谷氨酸、天冬氨酸、亮氨酸和丙氨酸的含量较高；除含少量半胱氨酸外，几乎不含其他含硫氨基酸；终端含有一个丙氨酸基团。

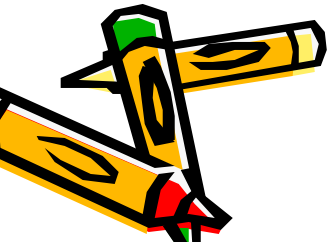


- (二)、Lf的生物活性及其影响因素
- 1、Lf的生物活性
- 乳铁蛋白具有结合并转运铁的能力，到达人体肠道的特殊接受细胞中后再释放出铁，这样就能增强铁的吸收利用率，降低有效铁的使用量，减少铁的负面影响。
- 乳铁蛋白对铁的结合，避免了人体内OH·有害物质的生成。
- 乳铁蛋白生物活性：
  - 刺激肠道中铁的吸收。
  - 抑菌作用，抗病毒效应。
  - 调节吞噬细胞功能。
  - 调节发炎反应，抑制感染部位炎症。
- 抑制由于 $\text{Fe}^{2+}$ 引起的脂氧化， $\text{Fe}^{2+}$ 或 $\text{Fe}^{3+}$ 的生物还原剂（如抗坏血酸盐）是脂氧化的诱导剂。



### 三、溶菌酶

- 溶菌酶（Lysozyme, Lz, EC (3.2.1.17)）又称胞壁质酶（Muramidase）或N—乙酰胞壁质聚糖水解酶（N—Acetyl muramide glycanohydralase），它于1922年由英国细菌学家Fleming在人的眼泪和唾液中发现并命名。它广泛存在于鸟、家禽的蛋清,哺乳动物的眼泪、唾液、血浆、尿、乳汁和组织（如肝肾）细胞中，其中以蛋清中含量最为丰富，而人的眼泪、唾液中的Lz活力远高于蛋清中Lz的活力。

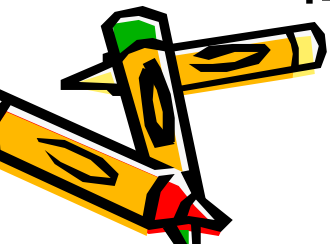


## (一)、Lz的基本性质

- Lz是一种碱性球蛋白，广泛存在于鸟和家禽的蛋清中。其酶蛋白性质稳定，对热稳定性很高。母乳中的Lz活力比鸡蛋清Lz高3倍，比牛乳Lz高6倍。Lz是由129个氨基酸组成
- 水解破坏组成微生物细胞壁的N—乙酰葡萄糖胺与N—乙酰胞壁质酸间的  $\beta$  - (1, 4) 糖苷键，使菌体细胞壁溶解而起到杀死球菌的作用。

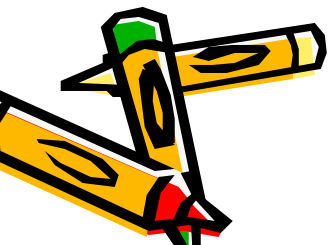
## (二)、Lz的加工适应性

- 热稳定性
- Lz在酸性pH下是稳定的，此时100℃的加热对Lz仅有很小的活力损失。在pH4.5（100℃，3min）、pH5.29（100℃，3min）下加热Lz是稳定的。一般认为Lz在酸性条件下稳定，在碱性条件不稳定。



### (三)、Lz在食品中的应用

- 由于Lz对多种微生物有抑制作用，因此可以用于食品保藏。目前已经用于香肠、鱼片、火腿、蔬菜和水果的防腐剂。在日本，Lz还用于豆腐的保存。Lf、Lz有防止肠道炎和变态反应的作用，因此可用于婴幼儿食品。而且Lz可以使肠道*Bifidus bacillus*增殖，对婴幼儿的肠道菌群有平衡作用。溶菌酶还可用于保存海产品。

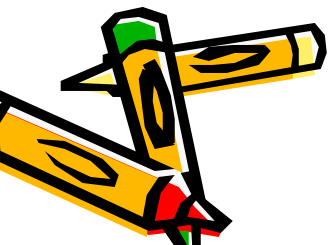


## (二)、大豆球蛋白 (Glycinin)

大豆球蛋白是存在于大豆籽粒中的储藏性蛋白的总称，约占大豆总量的30%。

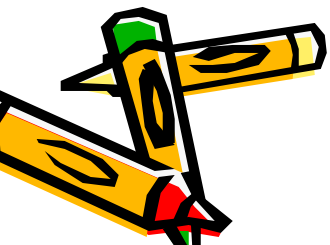
### 1、蛋白质的营养价值

- 大豆球蛋白的氨基酸模式，除了婴儿以外，自2周岁的幼儿至成年人，都能满足其对必需氨基酸的需要。



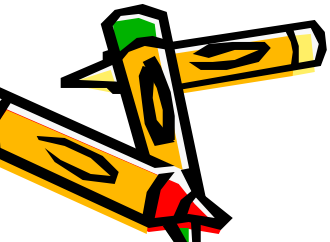


- 2、降低胆固醇
- 大豆球蛋白对血浆胆固醇的影响：
  - 对血浆胆固醇含量高的人，大豆球蛋白有降低胆固醇的作用。
  - 当摄取高胆固醇食物时，大豆球蛋白可以防止血液中胆固醇的升高。
  - 对于血液中胆固醇含量正常的人来说，大豆球蛋白可降低血液中LDL / HDL胆固醇的比值。
- 作为蛋白质来源的大豆球蛋白，以140g / d剂量连续摄取1个月，可以改善并保持健康状况。若进一步过量摄取，则会抑制Fe的吸收。不过，摄取量在0.8g / kg左右，对Fe、Zn等微量元素的利用没有影响。



## (三)、酶蛋白

- 1、超氧化物歧化酶 (SOD)
- 超氧化物歧化酶 (EC 1.15.1.1) 是生物体内防御氧化损伤的一种重要的酶，能催化底物超氧自由基发生歧化反应，维持细胞内超氧自由基处于无害的低水平状态。
- SOD是金属酶，根据其金属辅基成分的不同，可将SOD分为三类：铜锌超氧化物歧化酶 (Cu / Zn-SOD)、锰超氧化物歧化酶 (Mn-SOD) 和铁超氧化物歧化酶 (Fe-SOD)。
- SOD都属于酸性蛋白，结构和功能比较稳定，能耐受各种物理或化学因素的作用，对热、pH和蛋白水解酶的稳定性比较高。通常，在pH 5.3 ~ 9.5范围内，SOD催化反应速度不受影响。

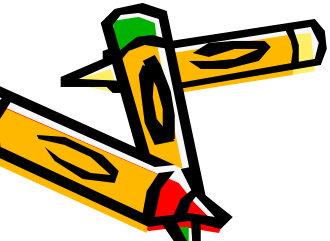


- SOD的生理功效：
- 清除机体代谢过程中产生过量的超氧阴离子自由基，延缓由于自由基侵害而出现的衰老现象，如延缓皮肤衰老和脂褐素沉淀的出现。
- 提高人体对由于自由基侵害而诱发疾病的抵抗力，包括肿瘤、炎症、肺气肿、白内障和自身免疫疾病等。
- 提高人体对自由基外界诱发因子的抵抗力，如烟雾、辐射、有毒化学品和有毒医药品等，增强机体对外界环境的适应力。
- 减轻肿瘤患者在进行化疗、放疗时的疼痛及严重的副作用，如骨髓损伤或白细胞减少等。
- 消除机体疲劳，增强对超负荷大运动量的适应力。



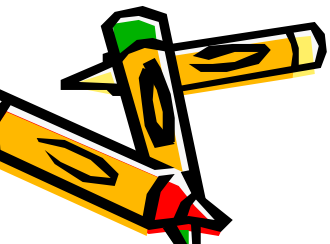
# 思考题：

- 1. 多肽的保健价值
- 2. 简述免疫球蛋白的种类和生物学功能。
- 3. 请说明乳铁蛋白与转铁蛋白关系，并简述乳铁蛋白的生物活性。
- 4. 简述溶菌酶的生物活性及其在食品中的应用。
- 请阅读有关文献，阐述其他蛋白类生物活性物质的名称和所具有的生物活性



## 第二节 活性多糖

- 多糖是由糖甙键连接起来的醛糖或酮糖组成的天然大分子。多糖是所有生命有机体的重要组成成分并与维持生命所必需的多种功能有关，大量存在于藻类、真菌、高等陆生植物中。具有生物学功能的多糖又被称为“生物应答效应物”(biological response modifier, BRM)或活性多糖 ( active polysaccharides )。很多多糖都具有抗肿瘤、免疫、抗补体、降血脂、降血糖、通便等活性。



# 一、膳食纤维

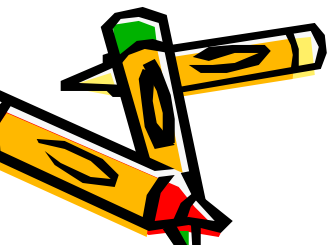
- (一) 膳食纤维的定义

1. 膳食纤维

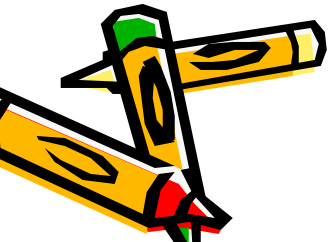
膳食纤维(Dietary fiber) 即食物中不被消化吸收的植物成分。

1976年又扩展为“不被人体消化吸收的多糖类碳水化合物和木质素”。

主要是指那些不被人体消化吸收的多糖类碳水化合物与木质素，以及植物体内含量较少的成分如糖蛋白、角质、蜡等。

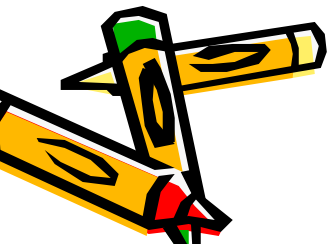


? **膳食纤维定义**：“凡是不能被人体内源酶消化吸收的可食用植物细胞、多糖、木质素以及相关物质的总和”。这一定义包括了食品中的大量组成成分如纤维素、半纤维素、木质素、胶质、改性纤维素、粘质、寡糖、果胶以及少量组成成分如蜡质、角质、软木质。



## 2. 膳食纤维与粗纤维的区别

- 传统意义上的粗纤维是指植物经特定浓度的酸、碱、醇或醚等溶剂作用后的剩余残渣。强烈的溶剂处理导致几乎100%水溶性纤维、50%~60%半纤维素和10%~30%纤维素被溶解损失掉。因此，对于同一种产品，其粗纤维含量与总膳食纤维含量往往有很大的差异



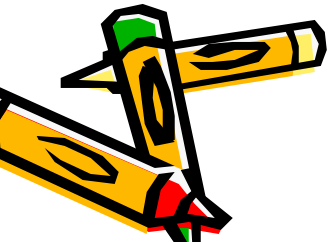


## (二) 膳食纤维的分类

- 膳食纤维有许多种分类方法：

### 1、溶解特性

- 不溶性膳食纤维
- 水溶性膳食纤维

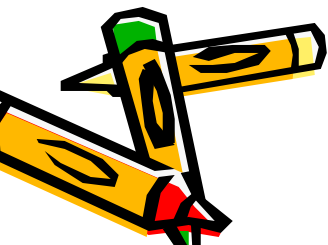


## 2、来源分类

植物来源如纤维素、半纤维素、木质素、果胶、阿拉伯胶、愈疮胶和半乳甘露聚糖等；

动物来源如：甲壳素、壳聚糖和胶原等；

- 海藻多糖类如：海藻酸盐、卡拉胶和琼脂等；
- 微生物多糖：黄原胶等。
- 合成类如：羧甲基纤维素等。



# (三)、膳食纤维的化学组成与物化性质

## 1、膳食纤维的化学组成

膳食纤维的化学组成包括三大类：

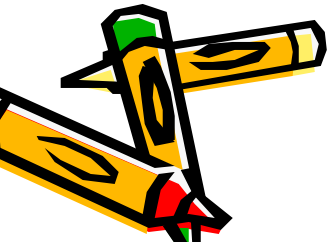
- 纤维状碳水化合物(纤维素)。
- 基质碳水化合物(果胶类物质等)。
- 填充类化合物(木质素)。

其中，  
、  
构成细胞壁的初级成分，通常是死组织，  
没有生理活性。来源不同的膳食纤维，其化学组成的  
差异可能很大。



## 2、膳食纤维的物化特性

- (1) 高持水力
- (2) 吸附作用
- (3) 对阳离子有结合和交换能力
- (4) 无能量填充剂
- (5) 发酵作用
- (6) 溶解性与粘性



### 3、膳食纤维的生理功能

- (1) 调整肠胃功能(整肠作用)
- 防止便秘
- 改善肠内菌群和辅助抑制肿瘤作用
- 缓和由有害物质所导致的中毒和腹泻
- (2) 调节血糖值
- (3) 调节血脂
- (4) 控制肥胖
- (5) 消除外源有害物质

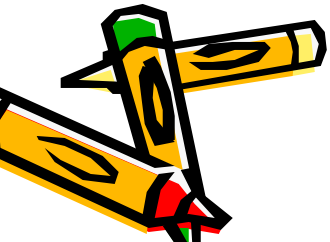
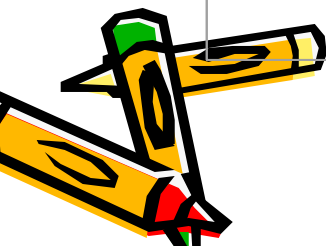


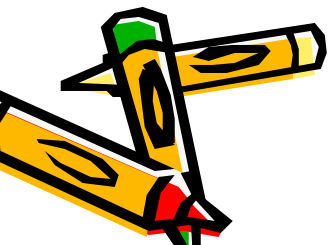
表3-1 可溶性和不溶性膳食纤维在生理作用方面的差别

生理作用	不溶性膳食纤维	可溶性膳食纤维
咀嚼时间	延长	缩短
胃内滞留时间	略有延长	延长
对肠内pH值的变化	无	降低
与胆汁酸的结合	结合	不结合
可发酵性	极弱	较高
肠粘性物质	偶有增加	增加
大便量	增加	关系不大
血清胆固醇	不变	下降
食后血糖值	不变	抑制上升
对大肠癌	有预防作用	不明显



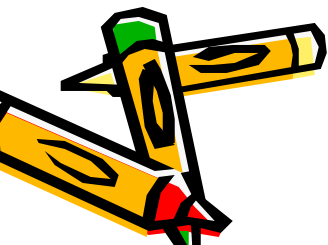
## (四)、膳食纤维的缺点

- 过量摄入可能造成的一些副作用：
  1. 束缚 $\text{Ca}^{2+}$ 和一些微量元素。
  2. 束缚人体对维生素的吸收和利用。
  3. 引起不良生理反应。



## 膳食纤维的应用

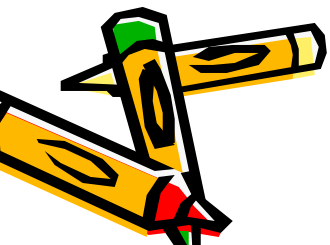
1. 在焙烤食品中的应用。。
2. 在果酱、果冻食品中的应用。
3. 在制粉业中的应用。
4. 在制糖业中的开发应用。
5. 在馅料、汤料食品中的应用。
6. 在油炸食品中的应用
7. 在饮料制品中的应用





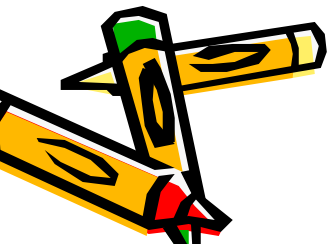
## 二、真菌多糖

- 真菌多糖是从真菌子实体、菌丝体、发酵液中分离出的、可以控制细胞分裂分化，调节细胞生长衰老的一类活性多糖。真菌多糖主要有香菇多糖、灵芝多糖、云芝多糖、银耳多糖、冬虫夏草多糖、茯苓多糖、金针菇多糖、黑木耳多糖等
- 研究表明：香菇多糖、银耳、灵芝多糖、茯苓多糖等食药性真菌多糖具有抗肿瘤、免疫调节、抗突变、抗病毒、降血脂、降血糖等方面功能。



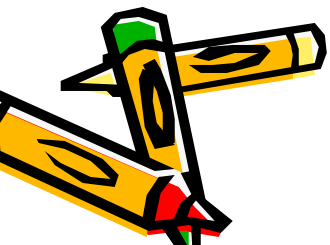
## 物理性质与功效的关系

- 多糖溶于水是其发挥生物学活性的首要条件
- 真菌多糖的抗肿瘤活性与分子量大小有关，分子量越大其结构功能单位越多。抗癌活性越强。
- 降低多糖粘度，提高其活性



## (二)、生理功能

- 1、真菌多糖的免疫调节功能
- 2、抗肿瘤的功能。
- 3、真菌多糖的抗突变作用
- 4、降血压、降血脂、降血糖的功能
- 5、真菌多糖的抗病毒作用
- 6、真菌多糖的抗氧化作用
- 7、真菌多糖的其它功能：真菌多糖还具有抗辐射、抗溃疡和抗衰老等功能



### (三)、加工

- 真菌多糖的加工方法有两种，一种是从栽培真菌子实体提取，另一种是发酵法短时间生产大量的真菌菌丝体。

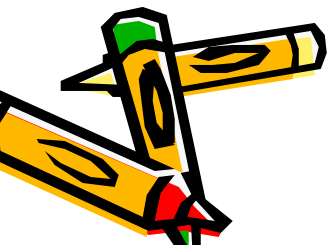
# 第三节功能性甜味剂

甜味剂是指能赋予食品甜味的一种调味剂

功能性甜味剂 ( Functional Sweeteners )

对健康无不良影响

对人体健康起有益的  
调节或促进的作用



- 功能性甜味剂分为四大类：
- （1）功能性单糖，
- （2）功能性低聚糖
- （3）多元糖醇，
- （4）强力甜味剂，

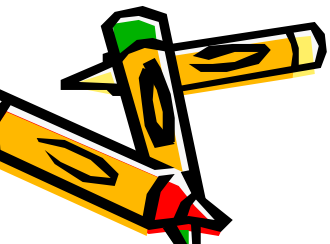
功能性甜味剂以其特殊的生理功能，既能满足人们对甜食的偏爱，又不会引起副作用，并对糖尿病、肝病患者有一定的辅助治疗作用。功能甜味剂将是21世纪发展的方向。它对发展食品工业，提高人们的健康水平，丰富人们的物质生活起着重要的作用。

? 功能性单糖的生理代谢性质

? (一) 果糖的生理代谢性质

果糖优于其它甜味剂的最重要的是其生理代谢特性。果糖在体内的代谢不受胰岛素的控制,在肝脏内果糖首先磷酸化生成1—磷酸果糖,然后分解成丙糖,丙糖进一步合成为葡萄糖和甘油三酯或进入酵解途径。身体正常的人仅有极少量葡萄糖从肝脏释放出来,因此人体摄入果糖不会引起摄入葡萄糖和蔗糖容易引起的严重的饭后血糖高峰和低血糖

果糖在体内代谢不会产生乳酸,不会引起肌肉酸痛、倦怠感。果糖与体内的细胞结合力强,在极稳定的状态下释放热能,具有强化人体耐力及代谢的效果,是运动饮料的良好甜味剂。



# 功能性低聚糖

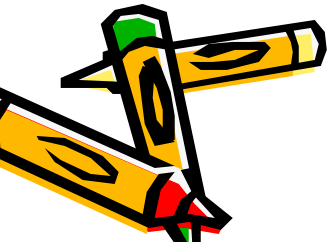
低聚糖（Oligosaccharide）或寡糖，由2~10个分子单糖通过糖苷键连接形成直链或支链的低度聚合糖。低聚糖主要分两大类，一类是-1,4葡萄糖苷键等连接的低聚糖，称为直接低聚糖或普通低聚糖，如蔗糖、乳糖、麦芽糖、麦芽三糖和麦芽四糖；另一类是以-1,6葡萄糖苷键连接的低聚糖称为双歧增殖因子，

已知的功能性低聚糖有1000多种，自然界中只有少数食品中含有天然的功能性低聚糖，例如：洋葱、大蒜、天门冬、菊苣根和伊斯兰洋蓟块茎等含有低聚果糖，大豆中含有大豆低聚糖



# 低聚糖的生理功能

- ? (一) 直接生理功能
- ? 1. 低热量，难消化。
- ? 2. 有水溶性膳食纤维作用
- ? 3. 抗龋齿
- ? 4. 肠道中有益菌群双歧杆菌增殖

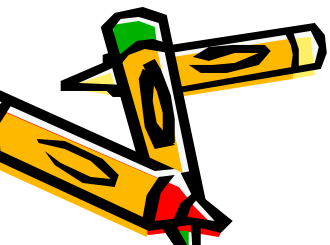


## (二) 间接生理功能

1. 抑制病原菌
2. 抑制有毒物代谢和有害酶的产生
3. 防止腹泻
4. 防止便秘
5. 降低血清胆固醇
6. 保护肝功能
7. 降低血压的作用
8. 提高机体免疫力，抗肿瘤
9. 营养素吸收促进作用，产生营养素
10. 血糖值的改善作用



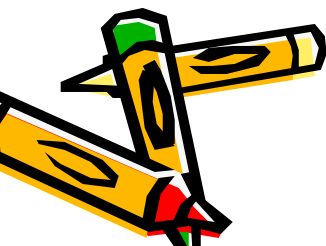
- 二、功能性低聚糖的摄入量 and 副作用
- 功能性低聚糖纯品日摄入有效剂量是低聚果糖 3.0g，低聚半乳糖 2.0 ~ 2.5g，大豆低聚糖 2.0g，低聚木糖 0.7g。Hata 等报道大豆低聚糖最大的不引起腹泻剂量为男人 0.64g / kg、女人 0.96g/kg。Spiesel 等报道低聚果糖引起腹泻的最小剂量男人 44g、女人 49g。低聚半乳糖急性中毒的 LD50 > 15g / kg(对兔)。





? 三、功能性低聚糖的种类

? 低聚糖产品中有的以原料冠其首命名，如大豆低聚糖，其中主要含的是水苏糖，少量棉籽糖，还有蔗糖；有的则以单糖或二糖基命名，如低聚异麦芽糖、低聚果糖。低聚半乳糖、低聚果糖、乳酮糖--也称乳果糖或异构乳糖、低聚龙胆糖 )、低聚木糖、帕拉金糖学名为异麦芽酮糖、海藻糖等



# 第五节 功能性油脂

## 本节要点

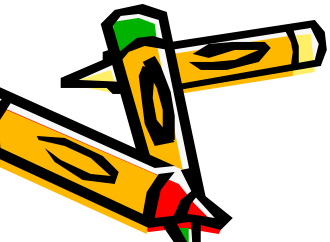
多不饱和脂肪酸的结构、分类、生理功能及来源

多不饱和脂肪酸的分析

多不饱和脂肪酸的保护与安全性

磷脂的分类、结构及理化性质

磷脂的生理功能



# 一、多不饱和脂肪酸

## (一) 多不饱和脂肪酸的结构与分类

1、定义：多不饱和脂肪酸（Polyunsaturated fatty acids, PUFA）-----是指含有两个或两个以上双键且碳链长为18~22个碳原子的直链脂肪酸，是研究和开发功能性脂肪酸的主体和核心。

2、种类：亚油酸（LA）、 $\gamma$ -亚麻酸（GLA）、花生四烯酸（AA）、二十碳五烯酸（EPA）、二十二碳六烯酸（DHA）等。

亚油酸及亚麻酸被公认为人体必需的脂肪酸（EA），在人体内可进一步衍化成具有不同功能作用的高度不饱和脂肪酸，如AA、EPA、DHA等。



### 3、命名：

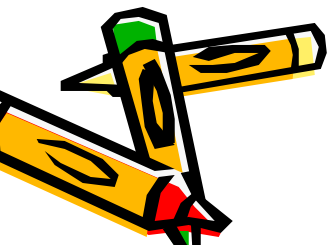
目前有三种命名体系

多不饱和脂肪酸因其结构特点及在人体内代谢的相互转化方式不同，主要可分成 -3、 -6两个系列。在多不饱和脂肪酸分子中，距羧基最远端的双键是在倒数第3个碳原子上的称为 -3或n-3多不饱和脂肪酸，如，在第6个碳原子上的，则称为 -6 (n-6) 多不饱和脂肪酸。

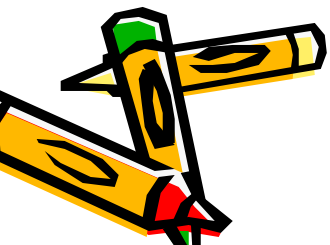
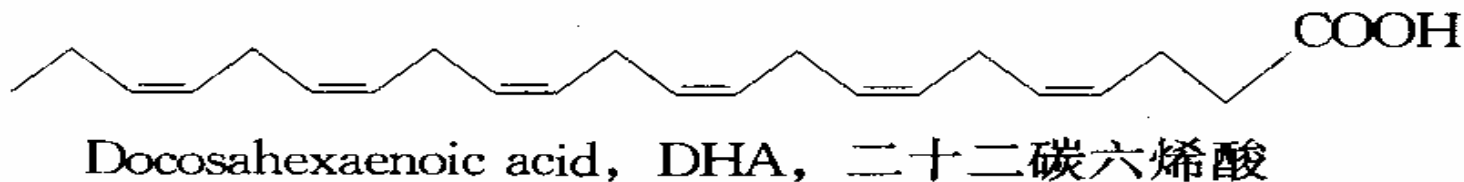
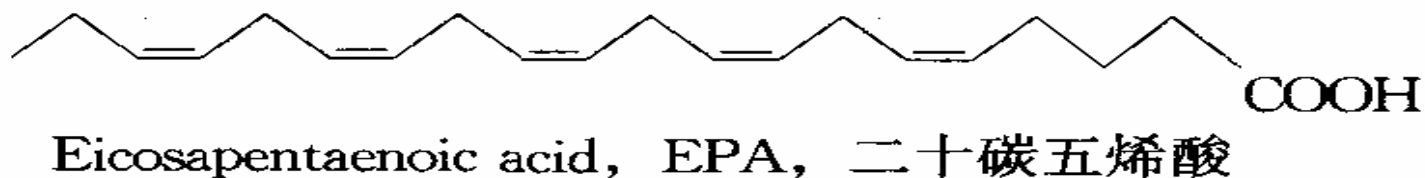
-3和 -6两个系列的主要种类及化学结构如下：

-3 系列：包括十八碳三烯酸（俗称 -亚麻酸）（ALA）；二十碳五烯酸（EPA）；二十二碳六烯酸（DHA）。

-6系列：包括十八碳二烯酸（俗称亚油酸）（LA）；十八碳三烯酸（俗称 -亚麻酸）（GLA）；二十碳四烯酸（俗称花生四烯酸）（AA）。

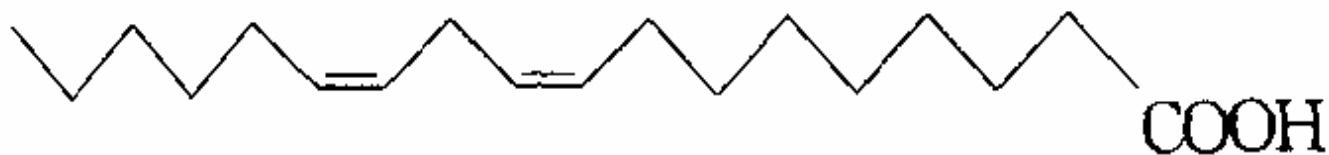


### -3 系列结构式

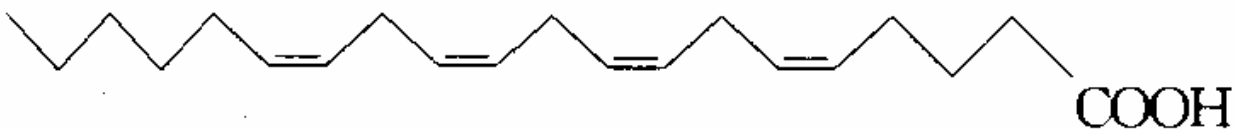




## -6系列结构式



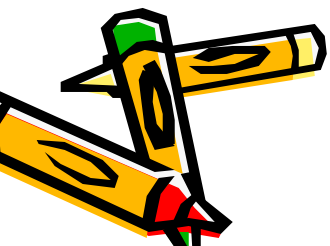
Linoleic acid. LA. 亚油酸



Arachidonic acid, AA, 花生四烯酸

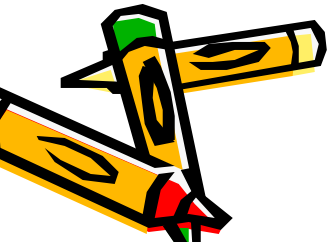


$\gamma$ -Linolenic acid, GLA,  $\gamma$ -亚麻酸



## (二)、多不饱和脂肪酸的生理功能

- 1、多不饱和脂肪酸与细胞生长
- 2、多不饱和脂肪酸的抗癌作用
- 3、多不饱和脂肪酸的免疫调节作用

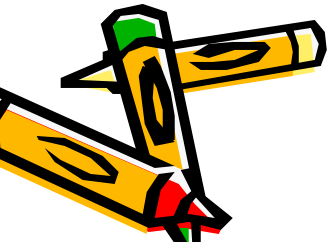


### (三)、多不饱和脂肪酸的来源

#### 1、多不饱和脂肪酸的动植物资源

##### (1) . 亚油酸

亚油酸作为最早被确认的必需脂肪酸和重要的多不饱和脂肪酸，在我们日常食用的绝大部分油脂中的含量都在9%以上，而且在主要食用植物油脂如大豆油、棉籽油、菜子油、葵花籽油、花生油、米糠油、芝麻油等食用油脂中的含量都较高，还有一些含亚油酸特别高的油脂资源



? (2) . -亚麻酸

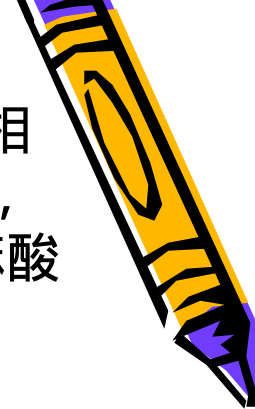
? -亚麻酸在大豆油、菜子油、葵花籽油中都有一定的含量，相对于亚油酸而言，-亚麻酸的资源和日常可获得性要差很多，但在一些藻类与微生物中存在较多的-亚麻酸资源。-亚麻酸含量较高的一些植物油脂资源（多媒体示表）

? (3) . -亚麻酸

? 含量较高的-亚麻酸资源在自然界和人类食物中不太常见，而且因其含量比例低很难成为有经济价值的可利用资源，如燕麦和大麦中的脂质含有0.25%~1.0%的-亚麻酸，乳脂中含0.1%~0.35%。现已发现一些植物的油籽中含有较为丰富的-亚麻酸。（多媒体示表）

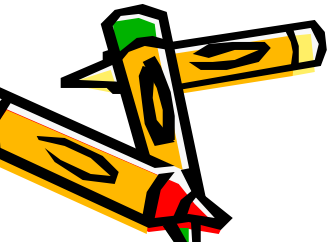
? (4) . DHA 和EPA

? 陆地植物油中几乎不含EPA与DHA，在一般陆地动物油中也测不出。但高等动物的某些器官与组织中，例如眼、脑、睾丸等中含有较多的DHA。海藻类及海水鱼是EPA与DHA的重要来源，在海产鱼油中或多或少地含有AA、EPA、DPA、DHA四种脂肪酸，以EPA和DHA的含量较高。



## • 2、 多不饱和脂肪酸的微生物资源

- 由于动物、植物资源的种种限制，人们将寻求PUFA的目光转向微生物资源。而微生物本身具有低成本，培养迅速，生产周期短，可以规模化生产等优点，因而有着非常广阔的前景。
- PUFA广泛存在于微藻类、细菌真菌的细胞中，但不同种类以及不同菌株含量及组成不同。

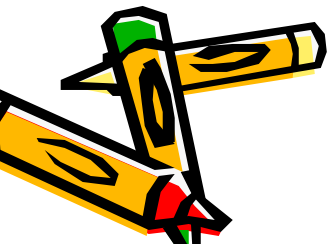


## 二、 磷脂

### (一)、 磷脂的定义及分类

甘油醇磷脂是由甘油、脂肪酸、磷酸和其他基团（如胆碱、氨基乙醇、丝氨酸、脂性醛基、脂酰基或肌醇等的一或二种）所组成，是磷脂酸的衍生物。甘油醇磷脂包括卵磷脂、脑磷脂（丝氨酸磷脂和氨基乙醇磷脂）、肌醇磷脂、缩醛磷脂和心肌磷脂。

神经氨基醇磷脂是神经氨基醇（简称神经醇）、脂酸、磷酸与氮碱组成的脂质。它同甘油醇磷脂的组分差异仅仅是醇，前者是甘油醇，而后者是神经醇，且脂酸与氨基相连。神经氨基醇磷脂也有称为非甘油醇磷脂



## (二)、磷脂的结构及理化性质

### 1、甘油醇磷脂

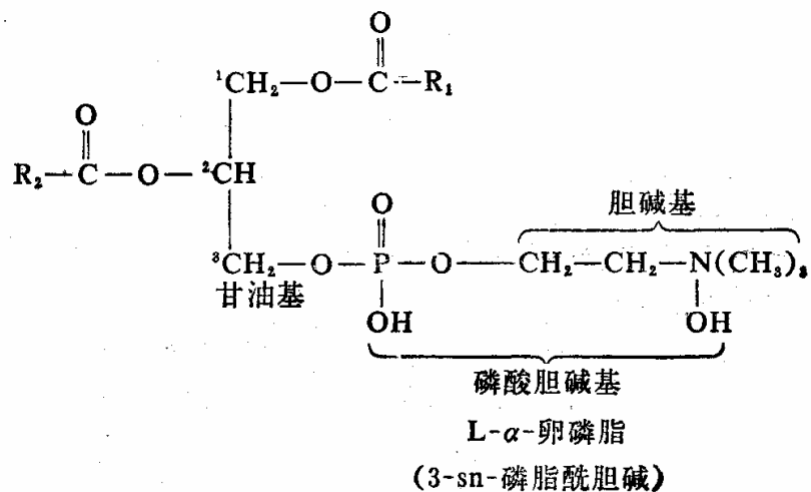
甘油醇磷脂的基本结构：

式中R1、R2表示脂酰基的碳氢基，X表示氮碱基或其他化学基团（功能）



# (1). 卵磷脂 (胆碱磷脂、磷脂酰胆碱)

结构：卵磷脂分子含甘油、脂酸、磷酸、胆碱等基团。甘油三酯的脂酰基被磷酸胆碱基取代。自然界存在的卵磷脂为L- $\alpha$ -卵磷脂，其结构式为：



卵磷脂分子中的脂肪酸随不同磷脂而异。  
天然卵磷脂常常是含有不同脂肪酸的几种卵磷脂的混合物。

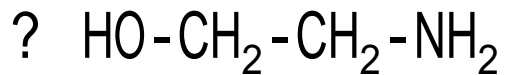




? 2. 脑磷脂（氨基乙醇磷脂、丝氨酸磷脂）

? 脑磷脂是脑组织和神经组织中提取的磷脂，心、肝及其他组织中也含有，常与卵磷脂共同存在于组织中。

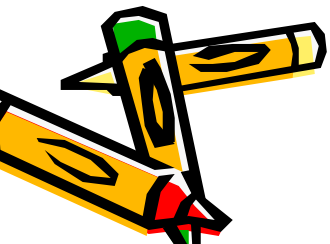
? 结构：两种脑磷脂的结构与卵磷脂的相似，只是分别以氨基乙醇或丝氨酸代替胆碱的位置，以其羟基-OH与磷酸脱水结合。



? 氨基乙醇

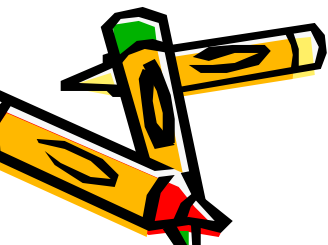
丝氨酸

? 性质：脑磷脂的脂肪酸通常有四种，即软脂酸、硬脂酸、油酸及少量二十碳四烯酸。性质与卵磷脂相似，不溶于丙酮，也不溶于乙醇，溶于乙醚，因此可以与卵磷脂分开。



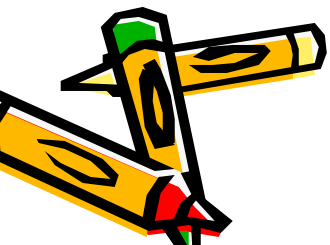
### (3) . 肌醇磷脂 ( 磷脂酰肌醇 )

肌醇磷脂是一类由磷脂酸与肌醇结合的脂质，结构与卵磷脂、脑磷脂相似，是由肌醇代替胆碱位置构成。



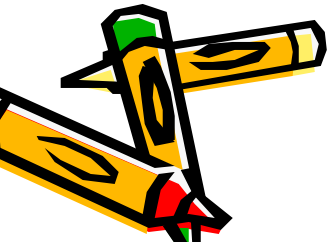
### (三)、磷脂的生理功能

- 1、调整生物膜的形态和功能
- 2、促进神经传导，提高大脑活力
- 3、促进脂肪代谢，防止脂肪肝
- 4、降低血清胆固醇、改善血液循环、预防心血管疾病



#### (四)、磷脂的来源

磷脂存在于所有动、植物的细胞内。在植物中则主要分布于种子、坚果及谷类中，在人类和其它动物体内，磷脂主要存在于脑、肾及肝等器官内。其中主要加以利用的来源为鸡蛋黄，大豆等。



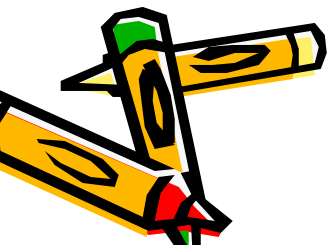
## 第四节自由基清除剂

### 要点

自由基理论的产生机理及来源

自由基对机体活动的影响

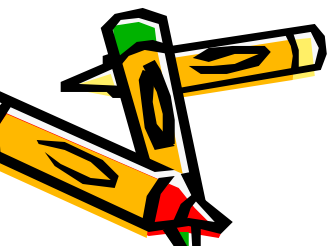
自由基清除剂的基本概念





英国人Harman于1956年提出了自由基学说。该学说认为，自由基攻击生命大分子造成组织细胞损伤，是引起机体衰老的根本原因，也是诱发肿瘤等恶性疾病的重要起因。

自由基 (Free radical) 是人体生命活动中各种生化反应的中间代谢产物，具有高度的化学活性，是机体有效的防御系统，若不能维持一定水平则会影  
响机体的生命活动。但自由基产生过多而不能及时地清除，它就会攻击机体内的生命大分子物质及各种细胞器，造成机体在分子水平、细胞水平及组织器官水平的各种损伤，加速机体的衰老进程并诱发各种疾病。



## 一、自由基的产生机理及来源

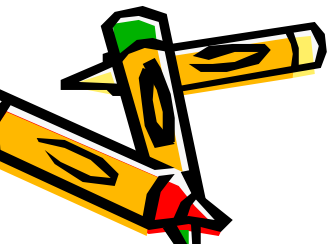
自由基又叫游离基，它是由单质或化合物的均裂 (Homolytic Fission) 而产生的带有未成对电子的原子或基团。它的单电子有强烈的配对倾向，倾向于以各种方式与其他原子基团结合，形成更稳定的结构，因而自由基非常活泼，成为许多反应的活性中间体。

人体内的自由基分为**氧自由基**和**非氧自由基**。氧自由基占主导地位，大约占自由基总量的95%。氧自由基包括超氧阴离子 ( $O_2^{\cdot -}$ )、过氧化氢分子 ( $H_2O_2$ )、羟自由基 ( $OH\cdot$ )、氢过氧基 ( $HO_2\cdot$ )、烷过氧基 ( $ROO\cdot$ )、烷氧基 ( $RO\cdot$ )、氮氧自由基 ( $NO\cdot$ )、过氧亚硝酸盐 ( $ONOO^-$ )、氢过氧化物 ( $ROOH$ ) 和单线态氧 ( $^1O_2$ ) 等，它们又统称为活性氧 (reactive oxygen species, ROS)，都是人体内最为重要的自由基。非氧自由基主要有氢自由基 ( $H\cdot$ ) 和有机自由基 ( $R\cdot$ ) 等。

### 产生因素：

人体细胞在正常的代谢过程中，或者受到外界条件的刺激（如高压氧、高能辐射、抗癌剂、抗菌剂、杀虫剂、麻醉剂等药物，香烟烟雾和光化学空气污染物等作用），都会刺激机体产生活性氧自由基。

自由基反应包含3个阶段，即引发、增长和终止阶段



## (二) 自由基的来源

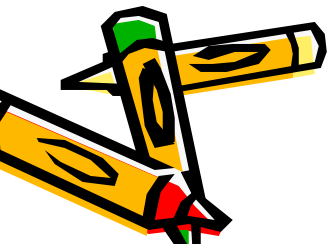
超氧阴离子自由基 ( $O_2^{\cdot -}$ ) -----非常重要，从黄嘌呤氧化酶、NADPH氧化酶通过酶的一电子还原作用释放的氧产生的或由呼吸链裂解生成的。人体利用的氧气中约有1%~3%转化为 $O_2^{\cdot -}$ 。

过氧化氢分子 ( $H_2O_2$ ) ---一种重要的非自由基活性物，容易在活细胞中扩散。过氧化氢酶能有效地将其转变成水，生成氧自由基。

羟自由基 ( $OH\cdot$ ) -----活性最强，其半衰期估计为 $10^{-9}$ 秒，其产生后能迅速起反应。在射线等高能辐射下，通过体内水的均裂作用或经金属催化过程由内源的过氧化氢分子形成。紫外线能将过氧化氢分子分裂成两个羟自由基分子

过氧基自由基 --半衰期比较长，可达数秒，在生物系统中扩散的途径相当长。在脂质过氧化过程中，从多不饱和脂肪酸去掉一个氢原子开始，能形成过氧基自由基。羟自由基能启动这一反应过程。

烷氧自由基 ( $RO\cdot$ ) 和有机的氢过氧化物 ( $ROOH$ ) -----，脂质过氧化作用进一步产生，后者可能重排成为内过氧化物中间产物，然后分裂产生乙醛。

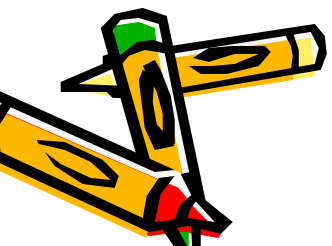






单线态分子氧 ( $^1O_2$ ) -- 另一种非自由基的活性物，可能是体内的组织暴露于光中形成的。其半衰期估计为10-6秒，具体时间取决于周围基质的性质。它能够通过转移其激发态能量或通过化学结合与其它分子相互作用。单线态分子氧优先发生化学反应的靶为双键部位。

氧化氮自由基 ( $NO\cdot$ ) --- 它是精氨酸在酶作用下形成的一种信号化合物，能松弛血小管平滑肌，防止血小板的凝集，从而降低血压。也可通过激活参与初级免疫的巨嗜细胞而产生。它的半衰期为6~50秒，很容易与氧发生反应，反应产物 $NO_2$ 也是自由基。它还能与生物分子直接反应或与 $O_2^-$ 结合形成过氧亚硝酸盐 ( $ONOO^-$ )。  $NO\cdot$ 过多会产生细胞毒性。



# 一、自由基对机体生命活动的影响

## (一) 自由基积极的生物学功能

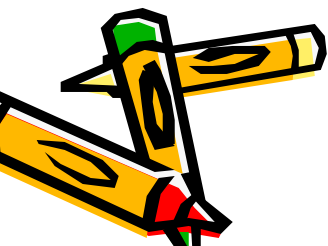
1. 增强白细胞的吞噬功能，提高杀菌效果
2. 促进前列腺素的合成
3. 参与脂肪加氧酶的生成
4. 参与胶原蛋白的合成
5. 参与肝脏的解毒作用
6. 参加凝血酶原的合成
7. 参与血管壁松弛而降血压
8. 杀伤外来微生物和肿瘤细胞

· 是最活泼的自由基，也是毒性最大的自由基。

- · 的毒性是机体发生氧中毒的主要原因

## (二) 自由基对生命大分子的损害

1. 自由基对核酸的损害导致细胞死亡。
2. 自由基对蛋白质的损害改变酶蛋白的化学结构，导致酶生物活性的丧失。
3. 自由基对糖类的损害-----自由基通过氧化性降解使多糖断裂，如影响脑脊液中的多糖，从而影响大脑的正常功能。
4. 自由基对脂质的损害-----脂质中的多不饱和脂肪酸由于含有多个双键而化学性质活泼，最易受自由基的破坏，发生过氧化反应。引起膜中蛋白质及酶交联或失活，导致膜通透性的变化，严重影响膜的各种生理功能。

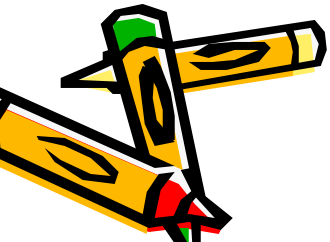


### (三) 衰老自由基学说

1. 生命大分子的交联聚合和脂褐素的累积
2. 器官组织细胞的破坏与减少
3. 免疫功能的降低

### (四) 自由基与疾病的关系

1. 自由基与心血管疾病
2. 自由基与癌症
3. 自由基与肺气肿
4. 自由基与缺血后重灌流损伤
5. 自由基与眼病
  
6. 自由基与炎症
7. 自由基与贫血
8. 自由基与癫痫



# 三、自由基清除剂

少量的氧自由基-----促进细胞增殖，刺激白细胞和吞噬细胞杀灭细菌，消除炎症，分解毒物。

人体内自由基的数量过多-----就会对生物膜和其他组织造成损伤，破坏细胞结构，干扰人体的正常代谢活动，引起疾病，加速人体衰老进程。

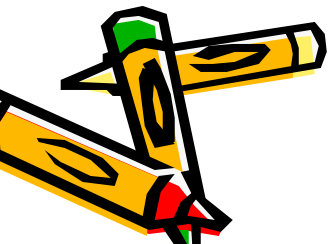
生命有机体内会产生一些物质能清除这些自由基，将它们统称为自由基清除剂（Scavenger）。

分为酶类清除剂和非酶类清除剂两大类：

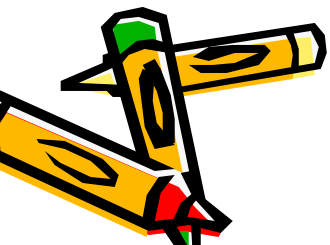
酶类清除剂一般为抗氧化酶，主要有超氧化物歧化酶（SOD）、过氧化氢酶（CAT）、谷胱甘肽过氧化物酶（GPX）等几种。

非酶类自由基清除剂一般包括黄酮类、多糖类、维生素C、维生素E、 $\beta$ -胡萝卜素和还原型谷胱甘肽（GSH）等活性肽类。

自由基清除剂大多为抗氧化剂



- 自由基清除剂发挥作用必须满足三个条件：第一，自由基清除剂要有一定的浓度；第二，因为自由基活泼性极强，一旦产生马上就会与附近的生命大分子起作用，所以自由基清除剂必须在自由基附近，并且能以极快的速度抢先与自由基结合，否则就起不到应有的效果；第三，在大多数情况下，清除剂与自由基反应后会变成新的自由基，这个新的自由基的毒性应小于原来自由基的毒性才有防御作用。
- 人为地由膳食补充自由基清除剂，从而达到防御疾病、延缓衰老的目的

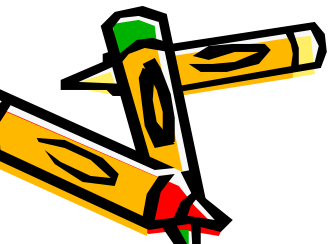



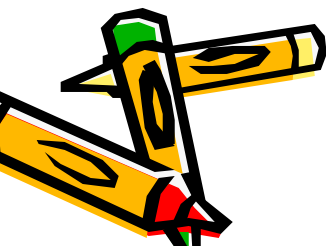
## 二、酶类自由基清除剂

- (一) 超氧化物歧化酶 (superoxide dismutase, SOD)
- 超氧化物歧化酶 (SOD) 是目前研究得最深入、应用得最广泛的一种酶类自由基清除剂。
- 1. 种类、结构及分布
- 1968年, 美国人McCord在 Fridovich指导下, 从牛红细胞中提取Cu-Zn的酶蛋白质, 并发现它能催化 $O_2^{\cdot -}$ 歧化, 所以把这种酶蛋白命名为超氧化物歧化酶, 英文简称为SOD。
- SOD存在于几乎所有靠氧呼吸的生物体内, 包括细菌、真菌、高等植物、高等动物和人体中。SOD是一类金属的酶, 按其所含金属辅基不同可分为含铜锌SOD (Cu-Zn-SOD)、含锰SOD (Mn-SOD) 和含铁SOD (Fe-SOD) 3种。



- 含铜锌金属辅基的Cu-Zn-SOD是最为常见的一种酶，主要存在于真核细胞的细胞质中或高等植物的叶绿体基质、类囊体内以及线粒体膜间隙中。在动物血液、牛肝、猪肝、牛心、豌豆、麦叶等动植物组织中均有存在，是目前应用最广泛的一类酶。该酶由两条肽链组成，每条肽链含有铜、锌原子各一个，活性中心的核心是铜。
- Fe-SOD主要存在于原核细胞中，一些真核藻类甚至高等植物如银杏、柠檬、番茄等组织内也有存在。此酶也由两条肽链组成，一般每个二聚体含有一个铁原子。
- Mn-SOD主要存在于原核细胞和真核细胞的线粒体中，在植物的叶绿体基质、类囊体内也会存在，在人体肝脏中含量较高。此酶的纯品呈粉红色，由两条或四条肽链组成。

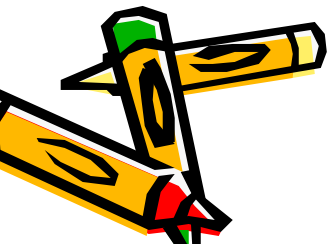


- 
- 2. 理化及生物学特性
  - SOD属酸性蛋白酶，对pH、热和蛋白酶水解等反应比一般酶稳定。又由于SOD属于金属酶，其性质不仅取决于蛋白质，还取决于结合到活性部位的金属离子。三类SOD的活性中心都含有金属离子。如采用物理或化学方法除去金属离子，则酶活丧失；如重新加上金属离子，则酶活又恢复。
  - SOD是生物体内防御氧化损伤的一种十分重要的金属酶，对氧自由基有强烈清除作用，特别对于超氧阴离子（ $O_2^{\cdot-}$ ），SOD可将其催化歧化而生成 $H_2O_2$ 和 $O_2$ ，故SOD又称为清除超氧阴离子自由基的特异酶。
- 



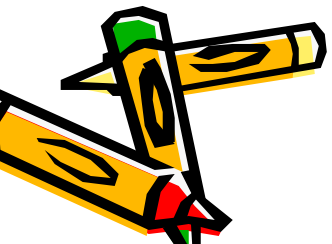
### • 3 . SOD的生理功能及应用

- (1) 清除体内产生的过量的超氧阴离子自由基，保护DNA、蛋白质和细胞膜免遭 $O_2^{\cdot -}$ 的破坏作用。
- (2) 提高人体对自由基外界诱发因子的抵抗力，增强机体对烟雾、辐射、有毒化学品及医药品的适应性；
- (3) 增强人体自身的免疫力，提高人体对自由基受损引发的一系列疾病的抵抗力治疗由于免疫功能下降而引发的疾病；
- (4) 清除放疗所诱发的大量自由基，从而减少正常组织的损伤，
- (5) 消除疲劳，增强对剧烈运动的适应力。
- SOD已广泛地应用于人们生活的各个方面
- SOD在医疗上的应用,对治疗关节炎和类风湿性关节炎疗效显著。此外，SOD对治疗癌症、缺血后重灌流损伤、肺气肿、白内障、糖尿病、贫血等疾病均有疗效。
- SOD在食品方面的应用也极为广泛。

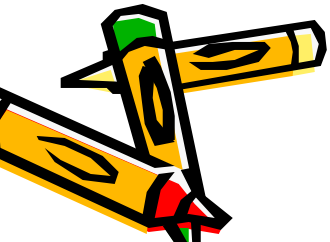


## SOD应用时的局限性：

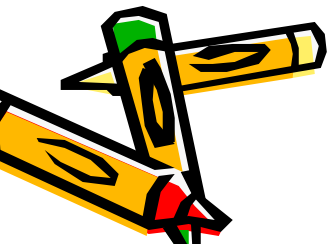
- (1) 半衰期短。SOD的体内半衰期为6~8分钟，体外半衰期(25℃时)为9~10天；
- (2) 代谢速率快。
- (3) 酶分子量大，均在32000以上。因此，透皮或透膜吸收困难，体内或细胞内作用弱；
- (4) 酶制剂不宜口服，口服易被胃酸变性、胃蛋白酶和胰蛋白酶水解破坏
- (5) 大分子异性蛋白，不宜大剂量、长时间使用
- (6) 对靶细胞或靶部位的亲和力低，药用趋向性不明显。因此，对疾病的疗效缺乏特异性作用；
- (7) 酶的稳定性不高，对理化因素较为敏感
- (8) 药物作用单一性大、常规剂量单独使用疗效欠佳。



- 4 . SOD的制备
- SOD广泛存在于动、植物和微生物体内，但目前我国主要是从动物血液中提取。受到血源和得率的限制，影响了SOD的生产成本和推广应用。



- (二) 过氧化氢酶 (catalase, CAT)
- 过氧化氢酶是另一种酶类清除剂, 又称为触酶, 是以铁卟啉为辅基的结合酶。它可促使 $H_2O_2$ 分解为分子氧和水, 清除体内的过氧化氢, 从而使细胞免于遭受 $H_2O_2$ 的毒害, 是生物防御体系的关键酶之一。CAT作用于过氧化氢的机理实质上是 $H_2O_2$ 的歧化, 必须有两个 $H_2O_2$ 先后与CAT相遇且碰撞在活性中心上, 才能发生反应。 $H_2O_2$ 浓度越高, 分解速度越快。
- 几乎所有的生物机体都存在过氧化氢酶。其普遍存在于能呼吸的生物体内, 主要存在于植物的叶绿体、线粒体、内质网、动物的肝和红细胞中, 其酶促活性为机体提供了抗氧化防御机理。



### • (三) 谷胱甘肽过氧化物酶 (GPX)

- 谷胱甘肽过氧化物酶 (GPX) 是在哺乳动物体内发现的第一个含硒酶，它于1957年被Mills首先发现，但直到1973年才由Flohe和Rotruck两个研究小组确立了GPX与硒之间的联系。
- 研究表明，硒是谷胱甘肽过氧化物酶 (Se-GPX) 的活性成分，是GPX催化反应的必要组分，它以硒代半胱氨酸 (Sec) 的形式发挥作用，摄入硒不足时使Se-GPX酶活力下降。在体内处于低硒水平时，活力与硒的摄入量呈正相关，但到一定水平时，酶活力不再随硒水平上升而上升。Se-GPX存在于胞浆和线粒体基质中，它以谷胱甘肽 (GSH) 为还原剂分解体内的氢过氧化物，能使有毒的过氧化物还原成无毒的羟基化合物，并使过氧化氢分解成醇和水，因而可防止细胞膜和其它生物组织免受过氧化损伤。它同体内的超氧化物歧化酶 (SOD) 和过氧化氢酶 (CAT) 一起构成了抗氧化防御体系，因而在机体抗氧化中发挥着重要作用。



# 三、非酶类自由基清除剂

- (一) 维生素类
- 维生素不仅是人类维持生命和健康所必需的重要营养素，还是重要的自由基清除剂。对氧自由基具有清除作用的维生素主要有维生素E、维生素C及维生素A的前体 -胡萝卜素。




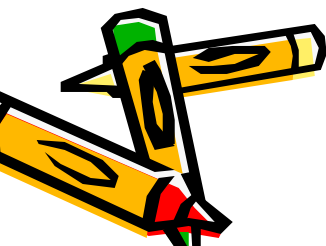


## • (二) 黄酮类化合物


- 黄酮类化合物泛指两个苯环通过中央三碳链相互联结而成的一系列 $C_6-C_3-C_6$ 化合物，主要是指以2-苯基色原酮为母核的一类化合物，在植物界广泛分布。黄酮是具有酚羟基的一类还原性化合物。在复杂反应体系中，由于其自身被氧化而具有清除自由基和抗氧化作用。其作用机理是与 $O_2\cdot$ 反应阻止自由基的引发，与金属离子螯合阻止 $\cdot OH$ 的生成，与脂质过氧化基 $ROO\cdot$ 反应阻断脂质过氧化。
- 黄酮及其某些衍生物具有广泛的药理学特性，包括抗炎、抗诱变、抗肿瘤形成与生长等活性。黄酮在生物体外和体内都具有较强的抗氧化性，具有许多药理作用，对人的毒副作用很小，是理想的自由基清除剂。目前已发现有4000多种黄酮类化合物，可分为如下几类：黄酮、儿茶素、花色素、黄烷酮、黄酮醇和异黄酮

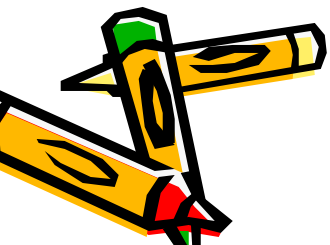
等



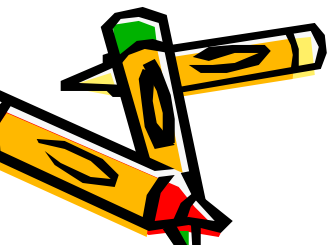
- 
- 四、富含自由基清除剂的食物
  - 对此类食品的研究大致有两个方向：
    - 一是从天然动植中提取有效成分，添加于各种饮料或固态食品中作为功能性食品的功能因子或食品营养强化剂。目前已有添加SOD的蛋黄酱、牛奶、可溶性咖啡、啤酒、白酒、果汁饮料、矿泉水、奶糖、酸牛乳、冷饮类等类型的功能性食品面市。
    - 二是利用微生物发酵或细胞培养，得到自由基清除剂含量丰富的产品。
- 



- 
- 在许多天然动植物中含有抗自由基的活性成分。如姜含挥发油和姜辣素，其成份有姜酚、姜酮和姜烯酚。绿茶的主要成分茶多酚，银杏、竹叶的有效成分黄酮和酚类，各种果品蔬菜中的维生素，还有一些中药如白首乌、五味子、葛根、小叶女贞、柴胡、车前子等也含有多种活性成分。另外，党参、灵芝等真菌中的多糖也是有效的活性成分。在动物的肝脏等器官，血液中也可提取有关的活性成分。
  - 利用微生物发酵或细胞培养生产功能因子，也是目前研究的热点。如在固体培养基上人工培育冬虫夏草，由预处理的大豆经少孢根霉短期固态发酵生成丹贝异黄酮，用大蒜细胞培养或深红酵母生产SOD。这些方法不受气候、季节的限制，可实现工业化的连续生产。



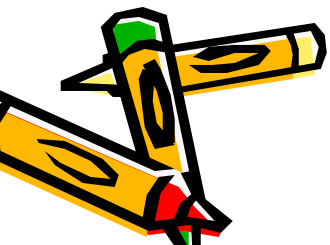
- 1. 自由基理论的核心内容是什么？
- 2. 自由基对人体有哪些危害？怎样消除或减少这些危害？
- 3. 什么叫自由基清除剂？各有哪一些种类？
- 4. SOD在食品中有哪些应用？



# 第一节 延缓衰老的功能性食品

## 本节要点

1. 影响衰老的因素
2. 衰老学说的基本内容
3. 具有延缓衰老功能的物质



# 一、概述

生、老、病、死----- 自然规律；

步入老年后：

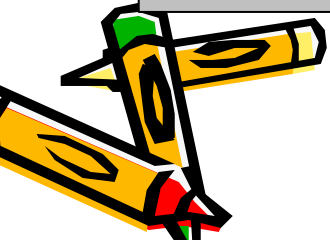
结构退化

代谢下降

老年

功能减弱

机体免疫功能降低



生命有限，如何使有限的生命延长即长寿，一直是人们关心的问题。

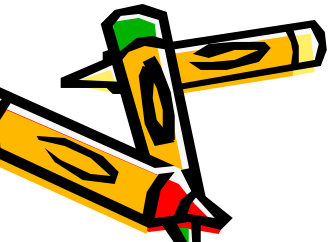
在良好生活条件下，人的正常寿命应是多少？有多种学说。

### 寿命系数学说

各种动物的生长期与寿命有关。生长期的5~7倍为其寿命期，该系数称为寿命系数。人的生长期为25年（以人体骨骼愈合为标志）， $25 \times (5 \sim 7) = 125 \sim 175$ 岁，因而认为人的寿命为125~175岁。

### 性成熟系数学说

动物的寿命是性成熟年龄的8~10倍。人的平均成熟年龄为14（以女性初潮，男性遗精为标志），因此提出人的寿命应为 $14 \times (8 \sim 10) = 112 \sim 140$ 岁。



### 细胞代数学说

人体细胞在培养条件下平均可培养50代（40~60代），每一代相当于2.4年，称为弗列克系数。从而得出人的寿命应为  $2.4 \times (40 \sim 60) = 96 \sim 144$  岁。

### 比较生物学说

从比较生物学的角度，各种哺乳动物的寿命与其脑内均浆体的自动氧化速度之间有一定关系，脑均浆的自动氧化速度越慢其寿命越长，人的平均寿命为90岁。

### -生育酚学说

从哺乳动物血清中 -生育酚的浓度（代表着体内抗氧化物的浓度）与其寿命呈正相关关系，得出人的寿命应在90岁以上。

、 两种学说，均与体内自由基有关，而消除体内多余自由基以延长寿命已达成共识。

## (一)、衰老的定义与表现

1、衰老-----生物在生命过程中，整个机体的形态、结构和功能逐渐衰退的总现象。

这些变化对生物体带来的是不利的影响，导致其适应能力、贮备能力日趋下降，这一变化过程会不断发生和发展。

- 衰老可理解为机体的 **老年期变化**
- 其内涵包括四个方面：
- 指进入成熟期以后所发生的变化。
- 指各细胞、组织、器官的衰老速度不尽一致，但都呈现慢性退行性改变。
- 指这些变化都直接或间接地对机体带来诸多不利的影响。
- 指衰老是进行的，即随年龄的增长其程度日益严重，是不可逆变化。



## 老年人的生理特点



代谢机能降低，基础代谢约降低了20%。

脑、心、肺、肾和肝等重要器官的生理功能下降

合成与分解代谢失去平衡，分解代谢超过合成代谢

出现衰老现象：血压升高、头发变白脱落、老年斑、皮肤皱纹

各种老年病，如糖尿病、动脉硬化、冠心病和恶性肿瘤

身体各部位的衰退将以不同的速度出现在不同的人身上，主要取决于人的遗传、病史、饮食和一生中的医疗保健状况。



## (二)、衰老学说

### 、自由基学说

提出：英国D. Harman于1955年

核心：衰老是自由基对人体的损害-----最终产生脂褐素-----随着年龄的增长而蓄积于内-----成为老年色素。

自由基学说-----在众多衰老学说中占有重要地位。

### 、免疫学说

免疫功能是活细胞最古老的功能之一，免疫功能衰退是机体衰老最明显的特征之一。

提出：免疫学家Walford和Burnet分别于1969和1970年

核心： 免疫系统是维持机体内环境统一的主要功能系统。在老年期免疫功能逐渐衰退，致使肿瘤、自身免疫疾病等的发病率逐渐增多。

胸腺是免疫系统的中心器官，是细胞免疫与体液免疫的总枢纽。胸腺从中年开始逐渐退化，到老年时仅残存少量生产免疫因子的活力。胸腺衰退与萎缩，是免疫衰老学说的重要依据之一。

免疫衰老主要表现在免疫中心器官胸腺和骨髓造血干细胞的分泌活力与细胞分化的退化上。

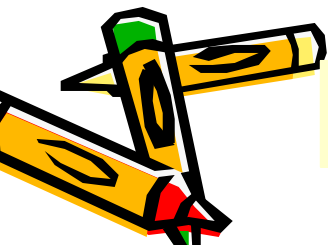
免疫衰老的后果：

肿瘤易感性增加。

自身免疫疾病发病率增加

传染病易感性增加恢复缓慢

组织移植排斥性减少



、脑中心学说（衰老的内分泌学说）

提出：Finch(1976)、Everitt(1980)

认为在中心神经系统内，存在一个控制“衰老”的神经结构，  
-----称为“衰老钟”。

单胺类递质-----控制衰老钟的运行。

去甲肾上腺素含量上升会延长机体的寿命

5-羟色胺含量升高则促进衰老。

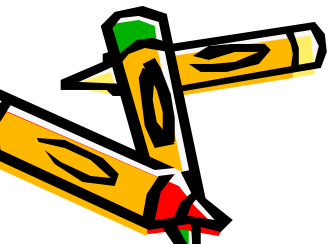
有证据提示：衰老中5-羟色胺系统占优势，而去甲肾上腺素和多  
巴胺系统功能下降。

去甲肾上腺素和多巴胺的前体-----酪氨酸

5-羟色胺前体-----色氨酸

因而在食物中酪氨酸/色氨酸的比例会影响衰老的进程，这一点已为  
实验所证实。

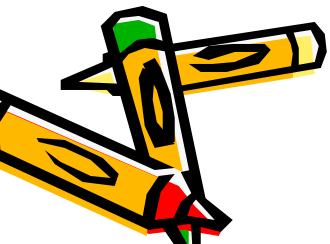
提示：睡眠与色氨酸



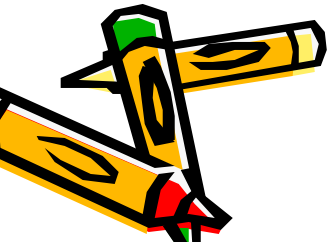
- 中枢神经系统中 ---存在一种分解儿茶酚胺的酶类---单胺氧化酶（MAO）----灭活儿茶酚类递质的生理作用

单胺氧化酶在中枢神经系统中有两种形式：MAO-A和MAO-B。前者存在于神经元内，后者存在于神经胶质细胞中。

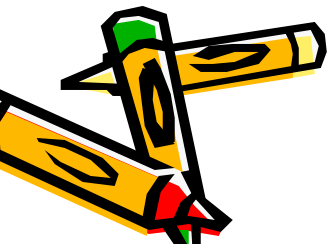
一篇关于MAO和衰老关系的报告：发现人的后脑及血小板中MAO-B的活性随年龄上升，在45岁以前酶的活性曲线是平缓的，而45岁以后呈现直线上升趋势。在许多脑区MAO-B的活性随年龄升高，而MAO-A无此现象。



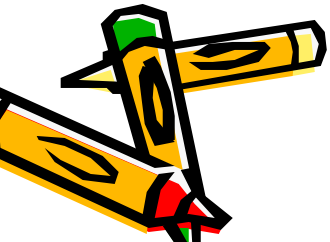
研究表明：人脑皮层神经元在70~90岁内丧失数量达到总神经元库的30%。神经元的丧失为胶质细胞所补偿。这一过程与MAO-B随年龄上升一致。而MAO-A随年龄下降与神经元丧失一致。在衰老脑中，MAO-A和MAO-B的消长，直接影响了单胺类递质的代谢及其调节功能。



单胺类神经元之间是通过非突触化学传递方式传递信息。随着年龄增长，MAO-B活性增高，去甲肾上腺素和多巴胺在向靶细胞扩散过程中不断为MAO-B所破坏，致使衰老脑内去甲肾上腺素和多巴胺的调节功能降低。特别是45岁以后，人脑内MAO-B活性直线上升，是人到中年后一个严重的问题。因而一些学者提出采用MAO-B的抑制剂（MAOI）抑制其活性，以防止中老年脑内儿茶酚类递质过度降低，以延缓人的衰老。



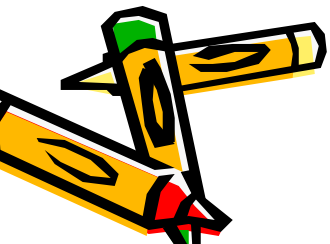
- 国外的MAOI -----为人工合成，常有副作用，限制了其在临床上的广泛应用。
- 中国有丰富的中草药和野生资源，筛选MAOI是有可能的。
- 一些有延年益寿功能的中草药大都有抑制脑内MAO-B的功能。曾对山楂、香菇、金针菇等资源进行过研究，证明它们MAOI。
- 但人体内多余的儿茶酚类物质需在肝脏分解、解毒，因此，一个理想的MAOI只抑制脑内的MAO-B，而对肝脏的MAO-B仅有轻微或没有抑制作用。山楂、香菇、金针菇都含有这类MAOI。



- 4、代谢失调学说
- 提出：中国著名营养学家**郑集教授**提出；
- 核心：从生物化学的观点来看，生命的物质基础是代谢，如果代谢途径和细胞组成成分的更新发生衰退性变化，最终可导致细胞、组织、器官和整个人体形态和功能的衰老。所以人体的衰老是内外因素作用于代谢的结果。



- 生物的衰老是由遗传所安排，而衰老的机理则由代谢来表达。衰老始于细胞，细胞的衰老产生于代谢失调。细胞的代谢失调，是由于内外的不良因素影响而使其结构发生改变而引起的。遗传是决定一切生物生理性衰老的第一因素，而代谢则是表达衰老过程中的反应或作用机理。

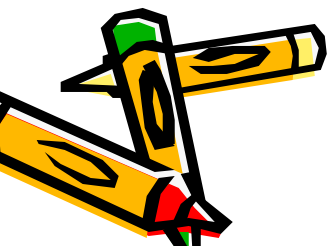






? 机体的衰老-----按遗传规定的速度进行-----达到应有的自然寿命；

? 如果受有害因素影响而妨碍了细胞的代谢机能，则细胞的代谢即会发生异常，衰老进程随之加快，导致早衰（属病理性衰老）。即使不受显著有害因素影响，生理衰老，其细胞的代谢机能仍然是依照遗传安排的程序逐渐失调。因此，可以说在遗传安排的基础上细胞的代谢机能失调是生物机体产生衰老充分的证据。如成纤维细胞的分裂不超过50代，红细胞的寿命大约只有20天，人的寿命一般很少超过百岁，这些都是受遗传因素影响细胞代谢失调而产生的后果。同样，疾病（外伤除外）也无一不是由于代谢失调而引起的。



## 、生物膜衰老学说

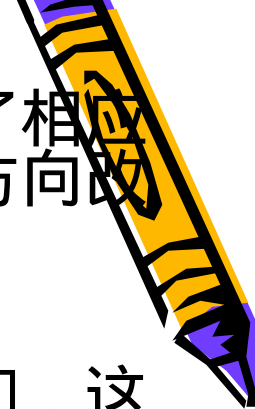
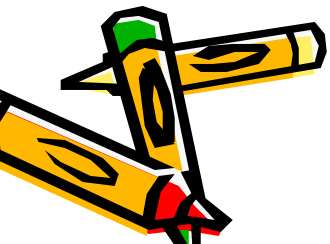
认为随着机体的老龄化，生物膜的结构和功能也产生了相应的改变，从而使机体新陈代谢向着不利于机体健康的方向改变。

## 、脂褐素（老年色素）与衰老学说

认为随着衰老的进程，脂褐素在细胞中的堆积不断增加，这是公认衰老的可靠和明显的标志之一，对于脂褐素机制的了解目前还不够深入，甚至还有一些争议之处。

## 、衰老过程中基因淋巴因子及其基因表达改变的学说

近年来，相继发现生物的各种器官和组织，随着年龄的增長，基因的复制、转录以及转译机制都明显呈现下降趋势，因而普遍认为，机体的自然寿命是受到基因的调控。又如淋巴细胞特异免疫介质IL-1以及IL-2受体基因表达在老年人群中均明显下降，因而淋巴因子也与衰老有密切关系。



## (二)、影响衰老的因素

### 内在因素：

- 1、遗传因素：遗传是决定一个生物体衰老过程和寿命长短的根本因素。父母长寿，这个人长寿的可能性就大。
- 2、神经-内分泌因素：人体是一个有机的整体，各器官间、各系统间主要靠神经-内分泌来调控。如果神经-内分泌机能不正常，则妨碍生命的过程。例如，甲状腺功能亢进的病人，基础代谢增高，容易早衰。
- 3、免疫因素：青春期以后，胸腺随着年龄增长而逐渐萎缩，进入老年，胸腺组织大部分被脂肪组织所取代，但仍残留一定的功能。
- 4、酶因素：酶是机体代谢过程的催化剂。一些研究表明，老年人随着年龄的增高，许多主要的酶活性减弱，代谢反应也随之减低。



## 外在因素

### 1、环境因素

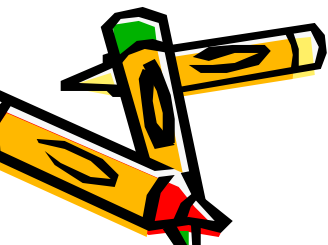
- 影响人衰老的环境因素，包括空气、水土、污染、放射性物质、燥声、饮食等诸多方面，其中饮食营养占有相当主要地位。

### 2、社会因素

- 经济条件、意识形态、职业工作、社会制度都属社会因素的范畴。

### 3、生活方式

- 如吸烟、酗酒等。



## 二、具有抗衰老的物质

### (一)、生育酚 (维生素E)

存在：广泛存在于小麦胚芽 (0.2%~0.3%)、玉米油 (0.1%)、大豆油、棉子油、向日葵油、蛋、肝、绿色蔬菜中。

生理功能：

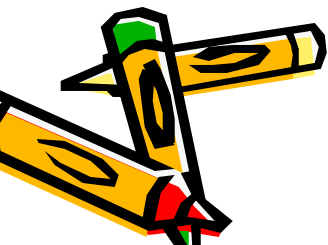
### 限量

作为营养增补剂，中国GB14880-94规定 (mg/kg)：芝麻油、人造奶油、色拉油、乳制品为10~180；婴幼儿食品为40~70。

另按GB2760-1996作为食品添加剂规定：强化生育酚饮20~40 mg/L，食用油0.20g/kg。

作为抗衰老的重要物质，中国营养学会等认为，成人每日摄入800 mg生育酚剂量是安全的 (可耐受的最高摄食量)。

中国营养学会对维生素E的RDA (营养素供给量标准) 值定为10mg总生育酚，2000年制定的 -生育酚的RDI值为14mg。



## (二)、超氧化歧化酶 (SOD)

存在：

1. Cu, Zn-SOD, 呈蓝绿色, 相对分子质量 $3.2 \times 10^4$ , 主要存在于肝脏、菠菜、豌豆等中。
2. Mn-SOD, 分子中含有锰, 呈粉红色, 相对分子质量为 $(4.4 \sim 8.0) \times 10^4$ , 主要存在于银杏、柠檬、番茄等中。
3. Fe-SOD, 分子中含有铁, 呈黄褐色, 相对分子质量为 $4.05 \times 10^4$ , 主要存在于银杏、柠檬、番茄等中。

生理功能

作为能催化超氧阴离子歧化的自由基清除剂, 具有延缓衰老的作用。

安全性

无毒、无抗原性, 对睡眠、血压、心脏、精神、消化系统等均无异常表现。



## （二）、姜黄素

### 、主要成分

由姜黄素、脱甲氧基姜黄素、双脱甲氧基姜黄素和四氢姜黄素等组成。

### 、性状

### 、生理功能

具有延缓衰老的作用。姜黄素具有很强的抗氧化作用，以消除体内有害的自由基，对·OH自由基的消除率可达69%。姜黄素能提高大鼠肝组织均浆中多种抗氧化酶的活性，能使SOD、过氧化氢酶和谷胱甘肽过氧化酶的活性分别提高约20%。从而延缓组织的老化。

### 、限量

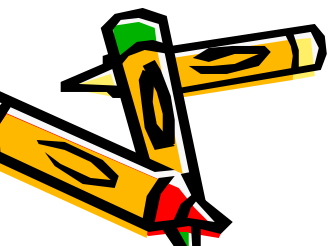
GB2760-1996：碳酸饮料、糖果、冰淇淋、果冻，0.01g/kg。

FAD/WHO（1984）：即食肉汤、羹、冷饮（最终产品，色素总量300g/kg）均为50 mg/kg。

### 、安全性

（1）.ADI：0~0.1 mg/kg（FAO/WHO，1994）。

（2）.LD50 > 1500 mg/kg（小鼠，皮下）。



#### （四）、茶多酚

1、存在：茶叶中一般含有20%~30%的多酚类化合物，共约30余种，包括儿茶素、黄酮及其衍生物、花青素类、酚酸等

2、性状：淡黄至茶褐色略带茶香的水溶液、灰白色粉状固体或结晶，具涩味。易溶于水、乙醇、乙酸乙酯，微溶于油脂。对热、酸较稳定，在碱性条件下易氧化褐变。

#### 3、生理功能

茶多酚具有延缓衰老的功能。具有很强的供氢能力，可与体内多余的自由基相互作用而使氧自由基消除，对 $O_2^{\cdot -}$ 和 $HO^{\cdot}$ 的最大消除率达98%和99%。其抗氧化能力比维生素E强18倍。

#### 4、限量

GB2760——1996 (g/kg)：含油脂酱料，0.1；肉制品、鱼制品，0.3；糕点、油炸食品、方便面，0.2；油脂、火腿、糕点及其馅，0.4。以油脂中儿茶素计。

#### 5、安全性

LD50 (2496 ± 32) mg/kg (大鼠，口服)。95%以上的精品为3.94g/kg (大鼠，口服)。

2. 致突变试验等研究表明，在1/20LD50浓度内均无不良影响，无任何副作用。

3. 按成人剂量20~40倍喂狗3个月，各项血液指标及尿检均无异常。

4. 果蝇终生饲养和小白鼠饲养试验表明，对果蝇的生长、发育和寿命与对小白鼠的血红蛋白、红细胞数、白细胞数、胸腺、脾脏细胞数、肝脏量及体重均无影响。



(五)、谷胱甘肽(还原型)

## (六) 食物类：

### 大豆

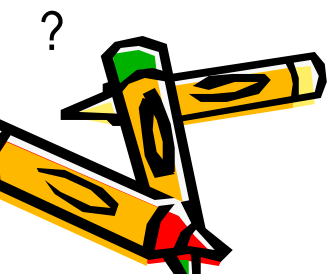
- 大豆所含的大豆皂甙，具有促进人体胆固醇和脂肪代谢，抑制过氧化脂质的生成，以及提高机体免疫功能的作用，故有延缓衰老的作用。

### 玉米

- 新鲜玉米中含有维生素E、谷胱甘肽，能促进细胞分裂，延缓细胞衰老，并能抑制过氧化脂质的生成，因此有延缓衰老的作用。

### 灵芝

- ? 灵芝的子实体中含有蛋白质、多种氨基酸、多糖类、脂肪类、萜类、麦角甾醇、有机酸类、树脂、甘露醇、生物碱、内酯、香豆精、甾体皂甙、萜酮类、多肽类、腺嘌呤、鸟嘧啶、多种酶和多种微量元素等物质。



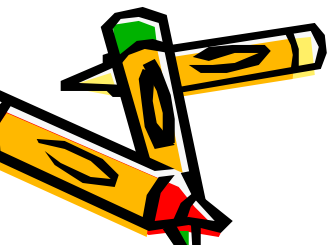
## 阿胶

阿胶为驴皮去毛后熬制而成的胶块，含有明胶脒、骨胶原、钙、硫等。

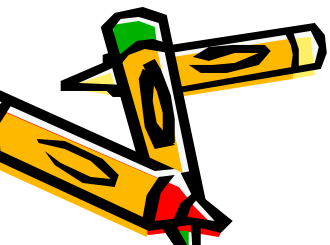
功能：

- 1、阿胶对骨髓造血功能有一定作用，能迅速恢复失血性贫血的血红蛋白和红细胞，具有补血作用；
- 2、阿胶能够促进肌细胞的再生，有抗衰老作用；
- 3、阿胶可以增强机体的免疫功能，使肿瘤生长减慢，症状改善，延长寿命；
- 4、阿胶能够对抗出血性休克，使其血压逐渐恢复至正常水平，因而能延长存活时间；
- 5、阿胶能够降低氧耗，耐疲劳。

阿胶对人体，特别是老年人脏器功能衰退、免疫功能低下、骨髓造血功能障碍或各种原因出血引起的贫血、休克以及对环境的适应能力减退等都有一定的保护作用，无疑有助于老年保健和延年益寿。

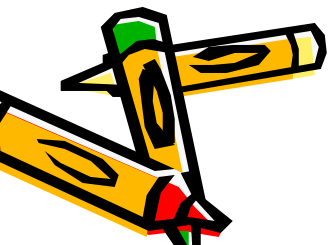


- 人参
- 人参主要成分是人参皂甙、人参酸等。人参能提高细胞寿命，还可以促进淋巴细胞体外的有丝分裂，延长细胞生存期。人参含有的麦芽醇具有抗氧化活性，它可与机体内的自由基相结合从而减少脂褐素在体内的沉积，延缓衰老



## 思考题

- 1.关于人的寿命的阐述目前主要有哪些学说？
- 2.影响衰老的因素有哪些？
- 3.试述衰老学说。
- 4.具有延缓衰老功能的物质有哪些？



## 第二节 减肥功能性食品

### 一、概述

肥胖症的发病率明显增加

原因

经济发达国家：快节奏、快餐（高脂）

发展中国家：饮食逐渐改善，富庶转折

据报道：美国妇女肥胖者已达40%。2002年中国肥胖人口已达2.4亿。中国南京的一项调查表明，该市肥胖的发病率高达27%。

肥胖症结果：引起代谢和内分泌紊乱，伴有糖尿病、动脉粥样硬化、高血脂、高血压等疾患。

肥胖症已成为当今普遍的社会医学问题

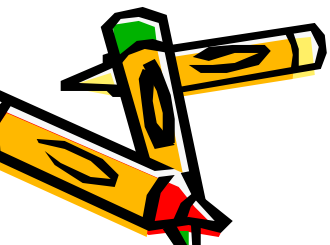
# 常见的预防和治疗肥胖症的方法：

药物治疗

饮食疗法

运动疗法

行为疗法



# 药物治疗

减肥的药物：

食欲抑制剂：

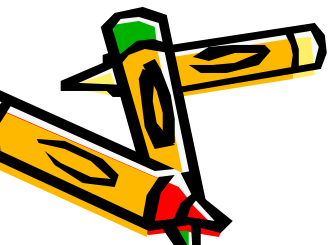
通过儿茶酚胺和5-羟色胺递质的作用降低食欲，从而使体重下降，主要有**苯丙胺及其衍生物氟苯丙胺**等。

加速代谢的激素及某些药物：

通过增加生热使代谢率上升，达到减肥目的，它们主要有甲状腺激素、生长激素等。

影响消化吸收的药物：

主要是通过延长胃的排空时间，增加饱腹感，减少能量与营养物的吸收，而使体重下降包括食用纤维、蔗糖聚酯等

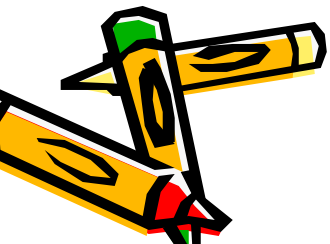


## (一)、肥胖症的定义

肥胖症-----指机体由于生理生化机能的改变而引起体内脂肪沉积量过多，造成体重增加，导致机体发生一系列病理生理变化的病症。

成年女性，若身体中脂肪组织超过30%即定为肥胖，

成年男性，则脂肪组织超过20%~25%





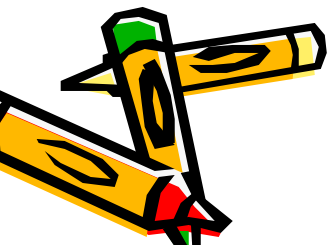
## (一)、肥胖的测定方法

测定身体内的脂肪含量有一系列的方法，这些方法都是非损伤性的，

### 1、皮褶厚度：

#### 皮下脂肪测定器测定-----公式计算

方法：是将前臂弯至上腹部，在上臂背侧自肩部骨隆起部位肩峰至臂肘部鹰嘴突部位的中点用笔划一记号，再使前臂下垂，上臂松弛，用拇指与前指在中点上面1cm处，抓起两层皮肤与脂肪，然后用皮下脂肪测定器在中点处测定三头肌皮褶厚度，也就是皮下脂肪。测定器夹住后3秒钟读数，共测定3次，取其平均值，误差在0.5mm以内。三头肌皮褶厚度，我国男性为8.7mm左右，女性为14.6 mm左右。测定后，再用转换系数换算成体脂含量。



## 2、体重

### 标准体重：

即在一定身高范围内体重是标准的，超过这一体重称为肥胖，低于这一体重称为消瘦或营养不良，将这一体重称为标准体重。

### 标准体重的计算公式

#### (1) 布洛卡 (Broca) 公式

身高在165cm以下

标准体重 (kg) = 身高 (cm) - 100

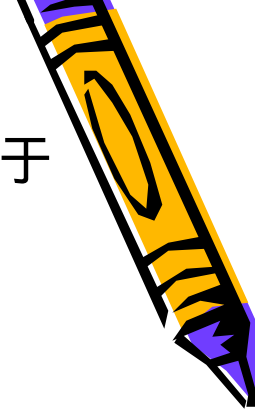
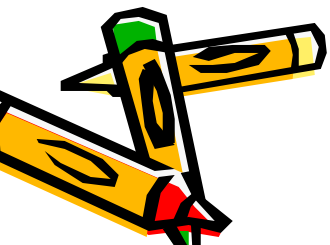
身高在165cm以上

标准体重 (kg) = 身高 (cm) - 110

#### (2) 体质指数

目前，用于测定标准体重最普遍与最重要的方法是测定体质指数 (Body Mass Index, 简称BMI)。BMI的计算公式是：

身体质量指数 (BMI) = 体重 (kg) / 身高 (m)<sup>2</sup>



营养学家提出理想的BMI范围为24~26。在发展中国家BMI的正常值为18.5~20，它是一个建议值。因此，世界卫生组织提出全世界范围的BMI范围数值应为20~22。

如果将BMI分为正常值、一级危险值、二级危险值和三级危险值。

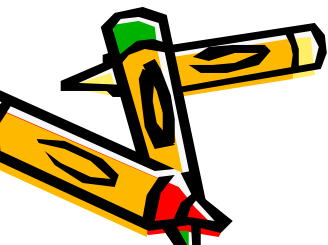
正常值的范围应为：18.5~25，

一级危险值为：17.5~18.5

二级危险值：16~17.5和30~40，

三级危险值：16以下与40以上。

达到三级危险值，患高血压、冠心病、糖尿病与肝胆疾病的几率就很高。



## (二)、肥胖的类型

肥胖症分为： 单纯性肥胖

继发性肥胖

**单纯性肥胖**：是指体内热量的摄入大于消耗，致使脂肪在体内过多积聚，体重超常的病征。

**继发性肥胖**：是由于内分泌或代谢性疾病所引起的，也称单纯性肥胖，它约占肥胖症的95%以上。

肥胖分为 腹部肥胖与臀部肥胖。

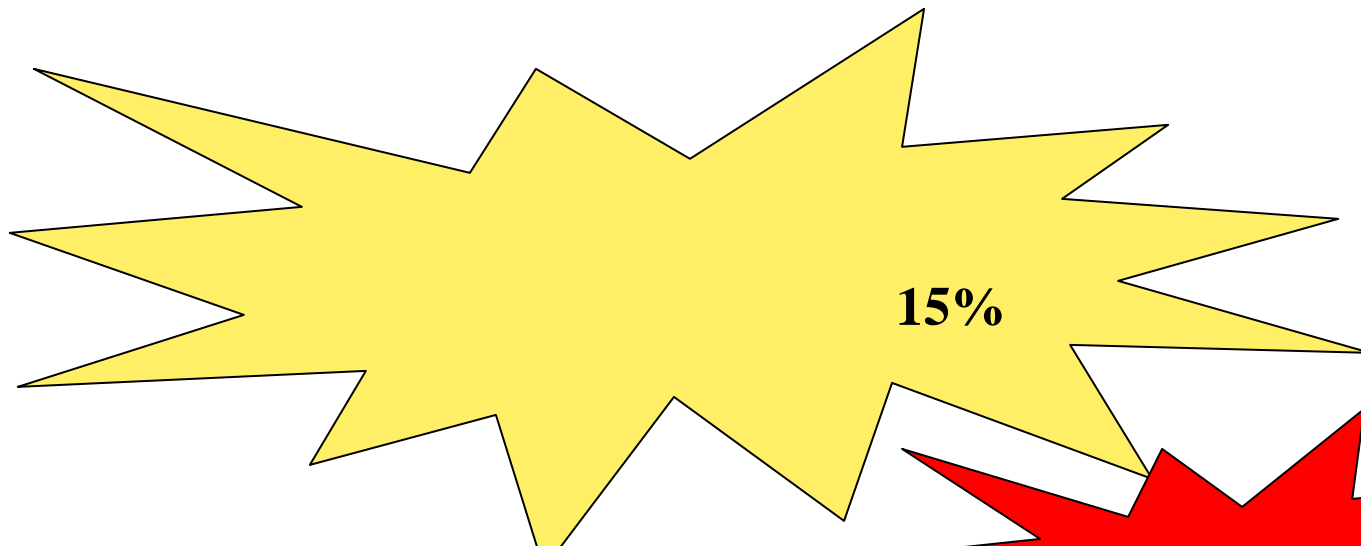
腹部肥胖俗称将军肚，称之为苹果型-----多发生于男性

臀部肥胖，称之为梨型-----多发生于女性。





腹部肥胖者要比臀部肥胖者  
更容易发生冠心病、中风与糖尿病。



腰围与臀围的比例非常重要。  
腰围的尺寸必须小于臀围15% ,



危险信号

#### (四)、肥胖症的病因

受多种因素的影响：饮食、遗传、劳作、运动、精神以及其他疾病等。

##### 1. 能量摄入过多，能量消耗减少

大部分患者因摄食过多、活动量较少而造成肥胖。

##### 2. 遗传因素

肥胖症有一定的遗传倾向，往往父母肥胖，子女也容易发生肥胖。

家族肥胖的原因并非单一的遗传因素所致，而与其饮食结构有关。

##### 3. 精神因素

当精神过度紧张时，食欲受抑制；当迷走神经兴奋而胰岛素分泌增多时，食欲常亢进。实验证明，下丘脑可以调节食欲中枢，它们在肥胖发生中起重要作用。



## (五)、肥胖的危害

肥胖是脂肪肝、高蛋白血症、动脉硬化、高血压、冠心病、脑血管病的基础。

肥胖者比正常者冠心病的发病率高2~5倍，  
高血压的发病率高3~6倍，  
糖尿病的发病率高6~9倍，  
脑血管病的发病率高2~3倍

肥胖使躯体各脏器处于超负荷状态：

导致肺功能障碍（脂肪堆积、膈肌抬高、肺活量减小）；

骨关节病变（压力过重引起腰腿病）；

还可以引起代谢异常，出现痛风、胆结石、胰脏疾病及性功能减退等。

肥胖者死亡率也较高，而且寿命较短。

肥胖还易发生骨质增生、骨质疏松、内分泌紊乱、月经失调和不孕等

严重时会出现呼吸困难。

肥胖结果

- 心血管疾病
- 糖尿病
- 肿瘤
- 脂肪肝



## • (六)、减肥功能食品配制原则

- 基本的减肥方法是通过运动和饮食。
- 减肥食品的配制原则如下：
  - 1. 限制总热量
  - 2. 限制脂肪
  - 3. 限制碳水化合物
  - 4. 供给优质的蛋白质
  - 5. 供给丰富多样的无机盐、维生素
- 食盐具有亲水性，可增加水分在体内的储留，不利于肥胖症的控制，每日食盐量以3~6g为宜
- 6. 供给充足的膳食纤维
- 膳食纤维可延缓胃排空时间，增加饱腹感，从而减少食物和热量摄入量
- 7. 限制含嘌呤的食物





## (七)、减肥食品的研究和注意事项

### 1. 以调理饮食为主，开发减肥专用食品

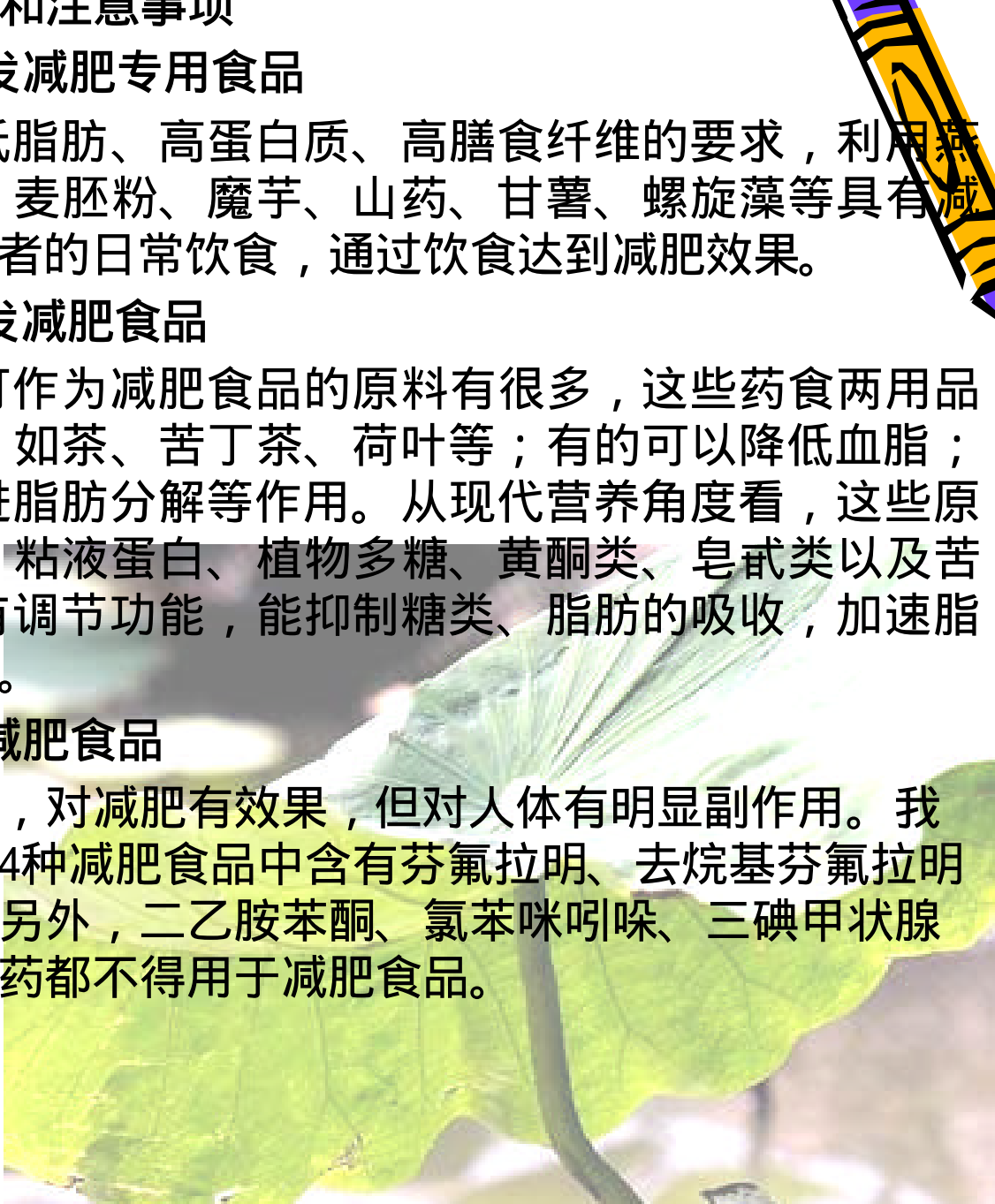
根据减肥食品低热量、低脂肪、高蛋白质、高膳食纤维的要求，利用燕麦、荞麦、大豆、乳清、麦胚粉、魔芋、山药、甘薯、螺旋藻等具有减肥作用的原料生产肥胖患者的日常饮食，通过饮食达到减肥效果。

### 2. 用药食两用中草药开发减肥食品

食品和药食两用植物中可作为减肥食品的原料有很多，这些药食两用品有的具有清热利湿作用，如茶、苦丁茶、荷叶等；有的可以降低血脂；有的具有补充营养、促进脂肪分解等作用。从现代营养角度看，这些原料含有丰富的膳食纤维、粘液蛋白、植物多糖、黄酮类、皂甙类以及苦味素等，对人体代谢具有调节功能，能抑制糖类、脂肪的吸收，加速脂肪的代谢，达到减肥效果。

### 3. 含有特殊功效成分的减肥食品

一些西药，如芬氟拉明类，对减肥有效果，但对人体有明显副作用。我国食品卫生部门曾发现有4种减肥食品中含有芬氟拉明、去烷基芬氟拉明等，并进行了严肃查处。另外，二乙胺苯酮、氯苯咪唑啉、三碘甲状腺原氨酸、苯乙双胍等减肥药都不得用于减肥食品。



## 二、具有减肥作用的物质

### (一)、脂肪代谢调节肽

由乳、鱼肉、大豆、明胶等蛋白质混合物酶解而得，肽长3~8个氨基酸碱基，主要由“缬-缬-酪-脯”、“缬-酪-脯”、“缬-酪-亮”等氨基酸组成。

#### 1、性状

多为粉状，易溶于水（10%以上），水溶液可作加热、灭菌处理（121℃，30min）而性能不变。吸湿性高。

#### 2、生理功能

抑制脂肪的吸收

阻碍脂质合成

促进脂肪代谢



## (二)、魔芋精粉和葡甘露聚糖

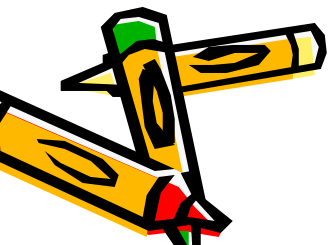
### 1、主要成分

主要由甘露糖和葡萄糖以  $\alpha$ -1,4键结合（相应的摩尔比为1.6 : 1~4 : 1）的高分子量非离子型多糖类线型结构，每50个单糖链上，有一个以  $\alpha$ -1,4键结合的支链结构，沿葡甘露聚糖主链上平均每隔9~19个糖单位有一个糖基上  $\text{CH}_2\text{OH}$ 乙酰化，它有助于葡甘露聚糖的溶解度。平均相对分子质量20~200万。魔芋精粉的酶解精制品称葡甘露聚糖。



## 2、性状

白色或奶油至淡棕黄色粉末。可分散于pH值为4.0~7.0的热水或冷水中并形成高粘度溶液。加热和机械搅拌可提高溶解度。如在溶液中加入中等量的碱，可形成即使强烈加热也不熔融的热稳定凝胶。其基本无臭、无味。其水溶液有很强的拖尾（拉丝）现象，稠度很高。对纤维物质有一定分解能力。溶于水，不溶于乙醇和油脂。有很强的亲水性，可吸收本身重量数十倍的水分，经膨润后的溶液有很高的粘度。



### 3、生理功能

主要具有减肥作用。

能明显降低体重、脂肪细胞大小。有学者用魔芋精粉饲养大鼠试验（每组9只），按体重小剂量组为1.9mg/g，大剂量组为19mg/g，同时给予高脂肪、高营养饲料，共饲养45天后，进行比较。与对照相比，大、小剂量组的体重均明显降低，但大、小剂量组之间差异不大。在高倍显微镜下，每个视野中所见脂肪细胞数明显多于对照组，而细胞体积则明显小于对照组，这说明魔芋精粉能使脂肪细胞中的脂肪含量减少，使细胞挤在一起，因此，同样视野中的细胞数得以增多。这说明魔芋精粉确实能减少脂肪堆积的作用，但达到一定量后，加大剂量的效果不大。

通过对糖尿病患者进行试验，体重减少是由于摄入葡萄糖聚糖后脂肪的吸收受到抑制。

#### 4、制法

由 Amorphophallus 属各种植物的块根干燥后经去皮、切片、烘干、粉碎、过筛所得细粉，称“魔芋粉”，得率约 60%~80%，颗粒直径 0.15mm 左右，由于颗粒表面覆盖有非葡甘露聚糖，影响吸水性，凝胶能力低。因此，可用乙醇、石油醚等进行物理改性，以提高水溶性、溶解粘度、溶解速度等性能。

将魔芋切片、粉碎----浸于乙醇-----在 60℃ 下减压干燥---  
--用石油醚脱脂----加氢氧化钠液溶解后过滤----滤液用  
盐酸中和后再加醋酸铅提取---取滤液----通入硫化氢以除  
去铅离子----加乙醇沉淀----离心分离-----用丙酮干燥--  
--粗品----再用氢氧化钠溶解----过滤，-----盐酸中和后  
浓缩----乙醇沉淀---离心-----再用丙酮干燥而得精  
品，称“魔芋精粉”。

以魔芋精粉为原料，用碱性甘露聚糖酶酶解转化后，用超  
滤膜分离，精制，可得甘露低聚糖，转化率达 70% 以上。

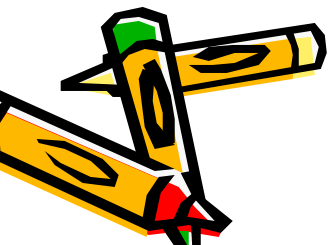


## 5、安全性

对大、小鼠口授 $2.8\text{g}/\text{kg}$ ，无死亡例，解剖未见肉眼可见异常。

亚急性毒性试验及大鼠妊娠、产子试验，均未见异常（占饲料量 $2.5\%$ ）。

有报告提到有腹部涨满及鼓肠感。



## (二)、乌龙茶提取物

### 1、主要成分

乌龙茶提取的功效成分，主要为各种茶黄素、儿茶素以及它们的各种衍生物。此外，还含有氨基酸、维生素C、维生素E、茶皂素、黄酮、黄酮醇等许多复杂物质。

### 2、性状

淡褐色至深褐色粉末，有特别香味和涩味。易溶于水和含水乙醇，不溶于氯仿和石油醚，pH4.6~7.0。也有用糊精稀释成50%的成品。

半发酵的茶(发酵度为30-60%)，铁观音,文山包种茶，冻顶乌龙茶属半发酵茶。

即制作时适当发酵，使叶片稍有红变，是介于绿茶与红茶之间的一种茶类。

它既有绿茶的鲜浓，又有红茶的甜醇。因其叶片中间为绿色，叶缘呈红色，故有“绿叶红镶边”之称。





### 3、生理功能

具有减肥作用。乌龙茶中可水解单宁类在儿茶酚氧化酶催化下形成邻醌类发酵聚合物和缩聚物，对甘油三酯和胆固醇有一定结合能力，结合后随粪便排出，而当肠内甘油三酯不足时，就会动用体内脂肪和血脂经一系列变化而与之结合，从而达到减脂的目的。

### 4、制备

由茶树的叶子经半发酵法制成乌龙茶叶，用室温至热的水、酸性水溶液、乙醇水溶液、乙醇、甲醇水溶液、甲醇、丙酮、乙酸乙酯或甘油水溶液等提取后脱溶浓缩、冷冻干燥而得。

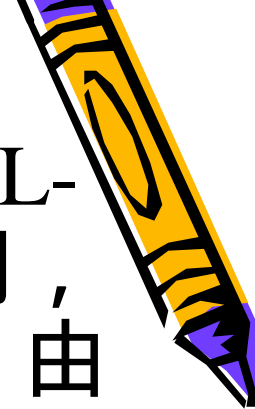
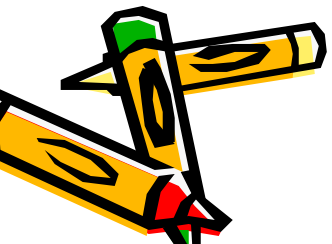
### 5、安全性

LD50为5230mg/kg（大鼠，口授），安全性高。

Ames试验、小鼠睾丸染色体、畸变试验和骨髓微核试验等均呈阴性。

#### (四)、L-肉碱

只有L-肉碱才具有生理价值。D-肉碱和DL-肉碱完全无活性，且能抑制L-肉碱的利用，不得含有或使用，美国FDA1993年禁用。由于L-肉碱具有多种营养和生理功能，已被视作为人体的必需营养素。人体正常所需的L-肉碱，通过膳食（肉类和乳品中较多）摄入，部分由人体的肝脏和肾脏以赖氨酸和氮氨酸为原料，在维生素C、尼克酸、维生素B<sub>6</sub>和铁等的配合协助下自身合成（内源性L-肉碱）。

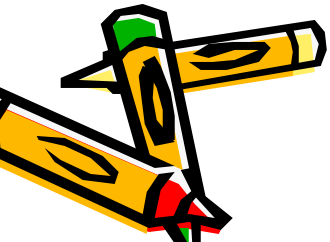


## 1、性状

白色晶体或透明细粉，略带有特殊腥味。易溶于水（250g/100ml）、乙醇和碱，几乎不溶于丙酮和乙酸盐。熔点210~212（分解），有很强吸湿性。作为商品有盐酸盐、酒石酸盐和柠檬酸镁盐等。天然品存在于肉类、肝脏、人乳等。正常成人体内约有L-肉碱20 g，主要存在于骨骼肌、肝脏和心肌等。蔬菜、水果几乎不含肉碱，因此，素食者更应该补充。

## 2、生理功能

具有减肥作用。为动物体内有关能量代谢的重要物质，在细胞线粒体内使脂肪进行氧化并转变为能量，以达到减少体内中的脂肪积累，并使之转变成能量。



### 3、制备

可由酵母、曲霉、青霉等微生物的发酵培养液分离提取而得，含量为0.3~0.4mg/g干菌体。也可由反式巴豆甜菜碱经酶法水解而得，或由  $\beta$ -丁基甜菜碱经酶法羟化而得。

### 4、限量

以豆类为基础的婴儿配方食品，70~90mg/kg（GB14880-94）；

GB2760-1997（L-肉碱酒石酸盐，mg/kg）：

饮料、乳饮料，600~3000；

乳粉，300~400。

咀嚼片，250~600 mg/片；

胶囊，250~600 mg/丸；

饮液250~600 mg/支（以L-肉碱计；1g酒石酸盐相当于0.68g L-肉碱）

### 5、安全性

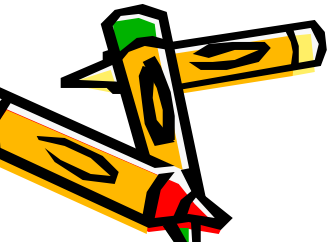
ADI为20 mg/kg；

LD50为2272~2444 mg/kg（兔，经口）。



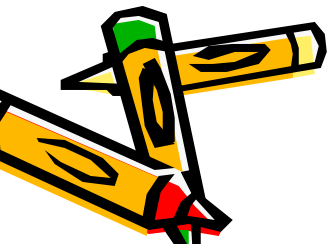
## (五)、荞麦

荞麦中蛋白质的生物效价比大米、小麦要高；脂肪含量2%~3%，以油酸和亚油酸居多；各种维生素和微量元素也比较丰富；它还含有较多的芦丁、黄酮类物质，具有维持毛细血管弹性，降低毛细血管的渗透功能。常食荞麦面条、高饼等面食有明显降脂、降糖、减肥之功效。



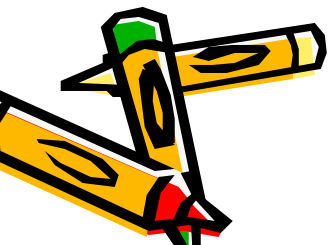
## (六)、红薯

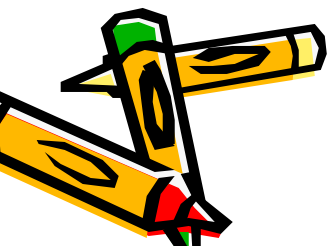
其蛋白质、脂肪、碳水化合物的含量低于粮谷，但其营养成分含量适当，营养价值优于谷类，它含有丰富的胡萝卜素和B族维生素以及维生素C。红薯中含有大量的粘液蛋白质，具有防止动脉粥样硬化、降低血压、减肥、抗衰老作用。红薯中还含有丰富的胶原维生素，有阻碍体内剩余的碳水化合物转变为脂肪的特殊作用。这种胶原膳食纤维在肠道中不被吸收，吸水后使大便软化，便于排泄，预防肠癌。胶原纤维与胆汁结合后，能降低血清胆固醇，逐步促进体内脂肪的消除。



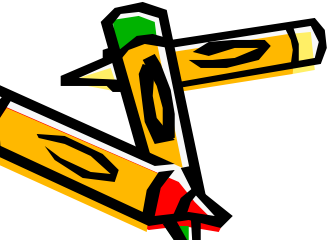
# 思考题

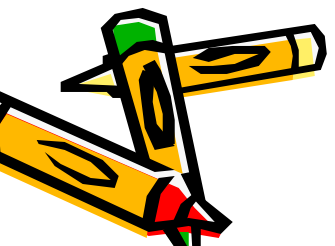
1. 何为肥胖症？
2. 肥胖症的病因是什么？
3. 肥胖症的危害是什么？
4. 具有减肥功能的物质有哪些？

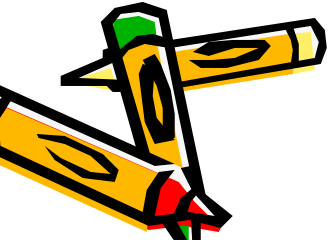












# 第三章 功能性食品的设计与开发

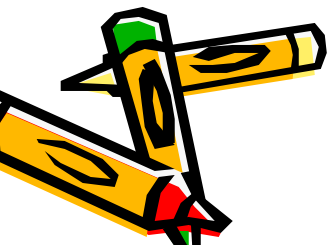
## 第三节 缓解体力疲劳的功能性食品

### 本节要点

疲劳的概念及症状

疲劳的最主要生理本质

具有缓解体力疲劳功能的物质



# 一、概述

## (一)、疲劳的概念

疲劳-----

以肌肉活动为主的体力活动

以精神和思维活动为主的脑力活动

达到一定的程度

↓ 经过一定的时间

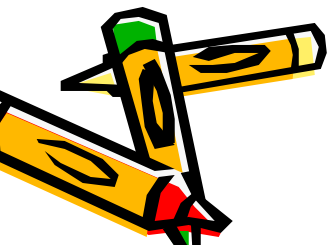
出现活动能力的下降

表现为

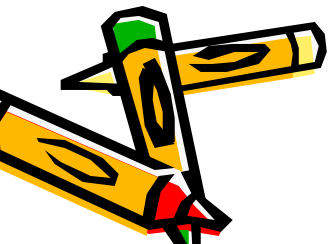
疲倦或肌肉酸痛或全身无力

疲劳

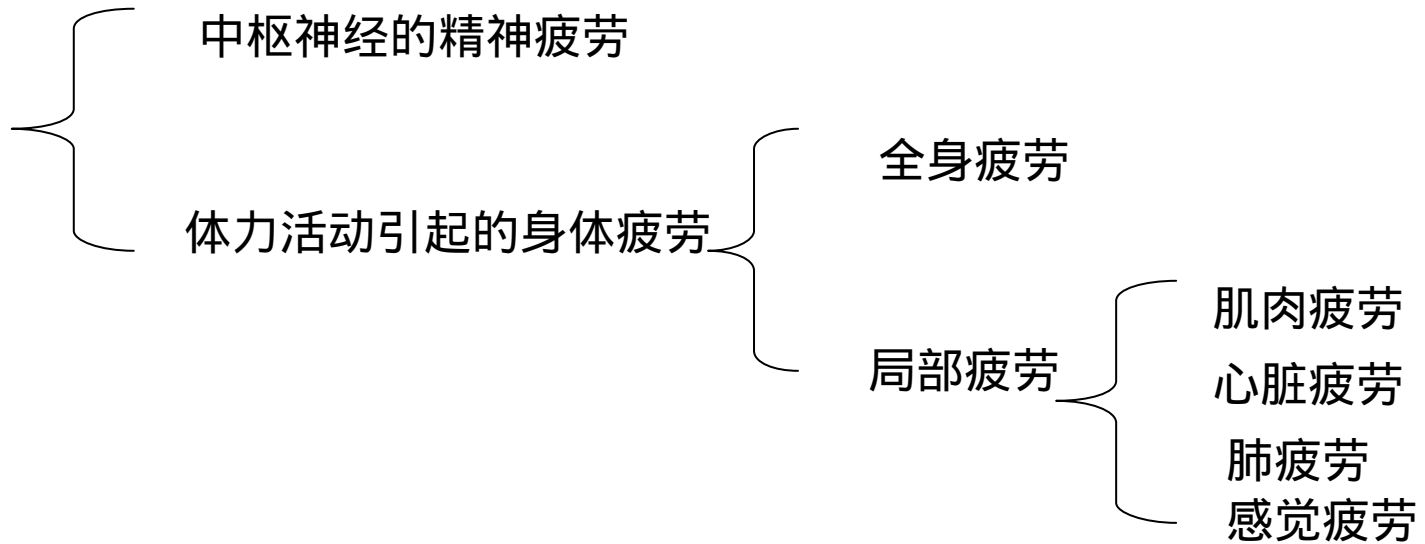
**疲劳的本质**是一种生理性的改变，经过适当的休息便可以恢复或减轻。



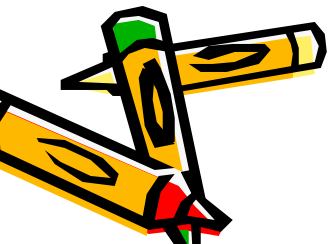
- 疲劳根据其发生的方式可分急性疲劳和慢性疲劳。
- 急性疲劳主要是频繁而强烈的肌肉活动所引起的
- 慢性疲劳主要是长时间而反复的活动所引起的。当疲劳到了第二天仍未能充分恢复而蓄积时，称为**蓄积疲劳**。



连续的脑力活动或体力活动

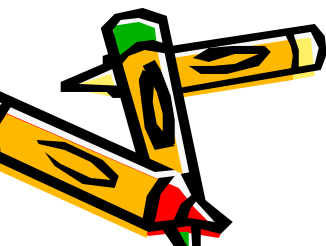


- 精神疲劳的延续也在一定程度上伴随身体疲劳出现。



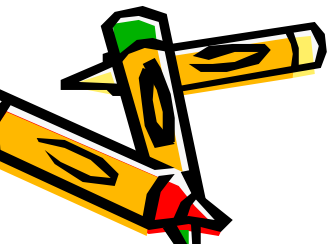


- (二)、疲劳的症状

- 疲劳的症状可分一般症状和局部症状。当进行全身性剧烈肌肉运动时，除肌肉的疲劳以外，也出现呼吸肌的疲劳，心率增加，自觉心悸和呼吸困难。由于各种活动均是在中枢神经控制下进行的，因此，当工作能力因疲劳而降低时，中枢神经活动就要加强活动而补偿，逐渐又陷入中枢神经系统的疲劳。但自觉的疲劳是易受心理因素影响的，自觉疲劳增强时可出现头痛、眩晕、恶心、口渴、乏力等感觉。
- 

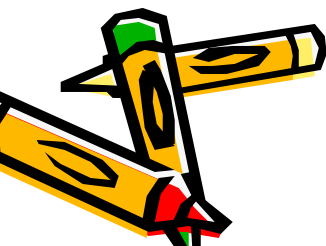


- 疲劳可使工作效率降低，对所有事物的反应均迟钝，学习的效率也下降。疲劳出现后若得不到及时休息，时间长了就会产生过劳进而导致健康受损。除使身体某一部分器官和系统过度紧张引起各种不同类型的病损外，也会出现循环、呼吸、消化功能等的功能减退。疲劳的影响还表现在对新陈代谢的影响，肌肉活动时肌细胞外液的K、P增加，体内电解质的分布情况发生改变。尿中由粘蛋白组成的胶体物排渣增加，尿中还还原性物质和蛋白质的排泄也增加。

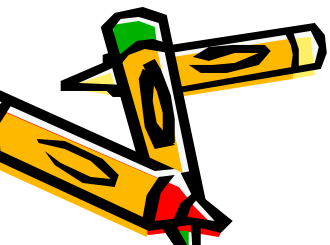




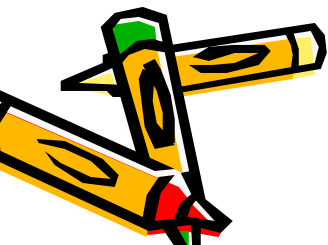
- (三)、疲劳的生理
- 疲劳的最主要生理本质是由于肌肉活动而对能量代谢功能的影响。
- 肌肉富于蛋白质，但是肌肉收缩的能量却不是由蛋白质分解而来的。
- 肌肉收缩时最先发生的反应是ATP的分解，这时释放出含有高能的磷酸键（ $P\sim$ ）。一般认为这是肌肉收缩的直接能源。由于肌球蛋白和肌动蛋白的反应（结合、解离），横纹肌每活动一次，需分解一个分子的ATP。ATP分解为ADP，而ADP得到磷酸肌酸（CP，或称磷肌酸）分解所生成的磷酸，又立即转变为ATP。



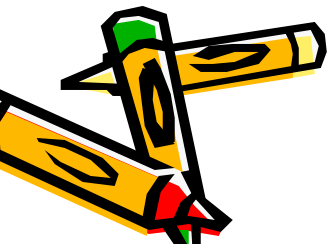
- 肌肉收缩的直接能源是ATP。而供应此ATP并维持ATP含量的首先是磷酸肌酸，第二位的则是不断地消耗氧、生成二氧化碳，不产生乳酸而进入三羧酸循环的营养素（糖原、脂肪酸等）的氧化过程。第三则是生成乳酸的糖酵解过程。进行中等程度以下的肌肉运动时，磷酸肌酸的重新合成仅靠氧化过程就可以维持，所以不产生乳酸。这种情况下消耗的能量可以根据氧耗量来计算。



- 疲劳时由于能量消耗的增加，必然使机体的需氧量增加，在运动或劳动的过程中需氧量是否能得到满足，取决于呼吸器官及循环系统的功能状态，为了提供大量的氧，输送营养物质，排出代谢产物和散发运动过程中产生的多余热量，心血管系统和呼吸系统的活动必须加强，此时心率加快，由安静状态下的3~5升增加到15~25升，血压升高，特别是收缩压升高更为明显，呼吸次数由每分钟14~18次增加至30~40次，甚至60次，不但呼吸次数增加，肺通气量也发生很大变化，可由安静时的每分钟6~8升增至40~120升。



- 疲劳时的生理生化本质是多方面的，如体内疲劳物质的蓄积，包括乳酸、丙酮酸、肝糖元、氮的代谢产物等；体液平衡的失调，包括渗透压、pH值、氧化还原物质间的平衡等。

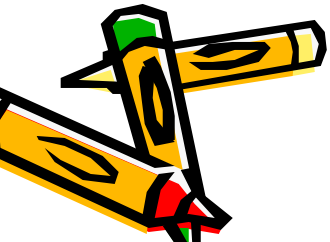


## 二、具有缓解体力疲劳功能的物质

### (一)、人参

人参分亚洲种和西洋种两类，前者统称人参，后者称西洋参。亚洲种原产中国东北部，朝鲜、韩国和日本也有栽培。西洋参主产于北美的东部。


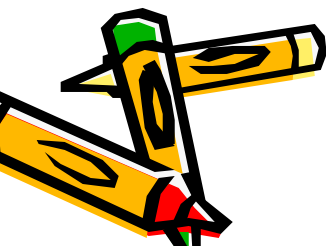
- 1、主要成分
- 主要含18种（共40余种）人参皂苷：Ro、Rb1、Rb2、Rb3、Rc、Rd、Re、Rf、Rf2、Rg1、Rg2等，其中Rb组又称人参二醇型，R组又称人参三醇型，Ro组则称齐墩果酸型。其中含量高的有Rb1、Rb2、Rc、Re和Rg1。另含人参多糖（7%~9%），低聚肽类以及氨基酸、无机盐、维生素及精油等。



## ? 2、生理功能

- (1). 对中枢神经有一定兴奋作用和抗疲劳作用（尤其是其中的人参皂苷Rg1）。
- (2). 对机体功能和代谢具有双向调节作用。向有利于机体功能恢复和加强的方面进行，即主要是改善内部（衰老等）和外部（应激、外界药物刺激等）因素引起的机体功能低下，而对于机体影响很小。如人参对于不正常血糖水平具有调节作用，而对正常血糖无明显影响。
- (3). 预防和治疗机体功能低下，尤其适用于各器官功能趋于全面衰退的中老年人。
- (4). 增强健康、强壮和补益的功能。能增强免疫系统，促进生长发育，增强动物对外部或内部因素引起功能低下的抵抗力和适应性，即抗应激作用。

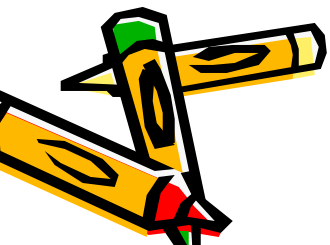


- 
- 人参对提高免疫作用的功能主要有以下几个方面。
  - (1) 提高巨噬细胞的吞噬功能；
  - (2) 促进机体特异抗体的形成；
  - (3) 提高T淋巴细胞、B淋巴细胞的分裂；
  - (4) 显著增强TIL细胞的体外杀伤活性；
  - (5) 刺激白细胞介素-2的分泌；
  - (6) 增强天然杀伤细胞NKC的活性；
  - (7) 提高环磷酸腺苷的水平。
  - 3、限量
  - 一般每天不超过3g (宜1~2g)。过多食用可导致胸闷、头胀、血压升高等不适反应。
- 



## • (二)、西洋参

- 西洋参俗称“芦头”，与人参同属人参属。原产北美，1784年开始进入中国。1975年在我国北方大面积试种，获得成功，现已发展到17个省，年产干品约120t。
- 1、主要成分
- 主要成分为17种人参皂苷类，其中人参二醇单体皂苷（Rb1， $C_{54}H_{92}O_{22}$ ）和人参皂苷Rg1的含量高于亚洲人参，但不含人参皂苷Rf和Rg2。另含有人参酸、齐敦果酸、多种无机盐（锌、硒、锰、钼、锶、铜、铁、钾、镁等）、氨基酸和维生素（B1、B2、C）。
- 2、生理功能
- 具有抗疲劳的生理功能。对中老年人脏器功能衰弱、免疫功能低下、适应环境耐力减退，有一定保障作用。可增强机体对各种有害刺激的特异防御能力



? (三)、二十八醇

? 1、性状

? 白色无味、无臭结晶。对热稳定，熔点83.2~83.4。属高碳链饱和脂肪醇，溶于丙酮，不溶于水和乙醇。

? 2、生理功能

? (1). 增强耐久力、精力和体力。

? (2). 提高反应灵敏度，缩短反应时间。

? (3). 提高肌肉耐力。

? (4). 增加登高动力。

? (5). 提高能量代谢率，降低肌肉痉挛。

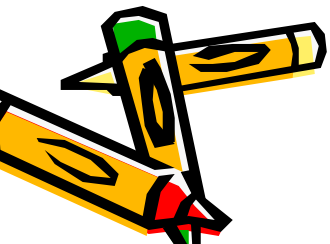
? (6). 提高包括心肌在内的肌肉功能。

? (7). 降低收缩期血压。

? (8). 提高基础代谢率。

? (9). 刺激性激素。

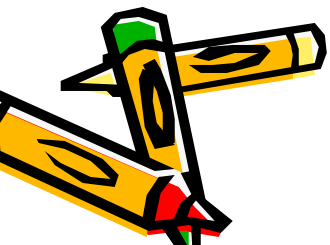
? (10). 促进脂肪代谢。


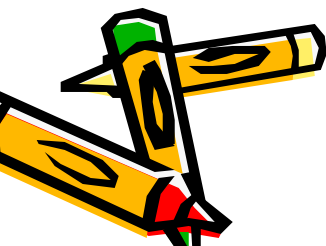




- 3、制法

- 存在于小麦胚芽、米糠、甘蔗、苹果、葡萄等果皮中，主要以脂肪酸酯的形式存在，但在甘蔗中，却存在较多游离态的二十八醇。由上述原料经溶剂萃取法、蒸馏法、超临界萃取法等而得。

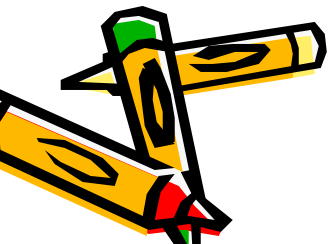


- 
- 4、用途
  - 供制造健康食品之用，在日本用于糖果、运动员饮料等，但因不溶于水，故用于食品时，应有良好的乳化作用。
  - 5、安全性
  - (1) .LD50为18g/kg (小鼠，经口)。
  - (2) .小鼠精子畸变试验、骨髓微核试验、Ames试验，均为阴性。
- 

### • 三、牛磺酸

#### • (一) 性状

- 牛磺酸又称2-氨基乙磺酸，白色结晶或结晶性粉末。与乌贼、章鱼、贝类等风味物质的关系密切，能改善水产加工品等的风味。无臭，味微酸，水溶液值4.1~5.6。熔点大于300℃，因此在通常烹饪等加工中很稳定。经100℃加热88h，或经紫外灯照射7h；pH3.7和10时回流3h不降解；在饮料、奶粉中120d常规贮藏无变化。易溶于水（12℃，15.5%），不溶于乙醇、乙醚、丙酮。对酸、碱、热均稳定。属非必需氨基酸，但与对体内半胱氨酸的合成有关，并能促进胆汁分泌和吸收。有利于对婴幼儿大脑发育、神经传导、视觉机能的完善、钙的吸收及脂类物质的消化吸收。母乳中含3.3~6.2mg/100ml，牛乳仅含0.7mg/100ml，非母乳喂养者食物中应予补充。在自然界中广泛存在于各种鱼类、贝类及哺乳动物的肌肉及内脏中。尤其在动物的胆液、肝脏及乌贼（0.35%）、章鱼（0.52%）、珠母贝（0.8%）、黑鲍（0.95%）、花蛤（0.66%）、扇贝（0.78%）等软体动物的肌肉萃取液中为多。





#### ? (四)、鱼鳔胶

? 鱼鳔胶为鱼鳔的干制品。按制法不同，凡割开后干燥者称“片胶”，不割者称“筒胶”，由小的鱼鳔并压而成者称“长胶”。质量以片胶最好，呈椭圆形，淡黄色，半透明，有光泽。

#### ? 1、主要成分

? 胶原蛋白、粘多糖等。

#### ? 2、生理功能

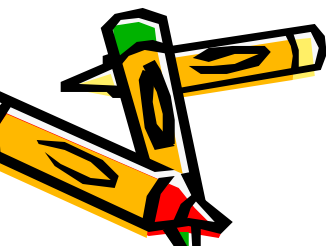
? (1). 抗疲劳。能增强肌肉组织的韧性和弹力，增强体力，消除疲劳。

? (2). 加强脑、神经和内分泌功能，防止智力减退、神经传导迟缓、反应迟钝。

? (3). 有养血、补肾、固精作用。可促进生长发育和乳汁分泌作用。与枸杞、五味子等合用，可缓解遗精、腰酸、耳鸣、头晕、眼花等肾虚症状。

#### ? 3、制法

? 以黄唇鱼、大黄鱼、鳗鱼等的鱼鳔为原料，经割开、清洗、铺平、干燥而成。也可在7%左右的明矾水中浸渍20~30min，以促使其迅速脱水，然后晾干而成。

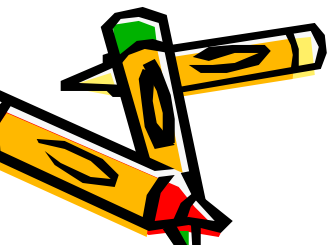


## (五)、葛根

葛根是一种豆科葛属的药食两用植物（长约60cm，直径45cm）的块茎，主要分野葛和粉葛。野葛除西藏、青海、新疆外，各省均有生产；粉葛主要产于广西、广东，以栽培食用为主。

### 1、主要成分

主要成分为葛根总黄酮（1.77%~12%，平均含7.64%），包括各种异黄酮和异黄酮苷，另有葛香豆雌酚主要成分，葛苷、葛根苷、葛根皂苷，三萜类化合物，生物碱等。有较多淀粉（生葛约含27%）。葛根素及其衍生物是葛根特有的生理活性物质，易溶于水。



## 2、生理功能

(1) .抗疲劳作用和改善心脑血管的血流量。能使冠状动脉和脑血管扩张，增加血流量，降低血管阻力和心肌对氧的消耗，增加血液对氧的供给，抑制因氧的不足所导致的心肌产生乳酸，从而达到抗疲劳作用。

(2) .改善血管微循环障碍。

(3) .降低血压。

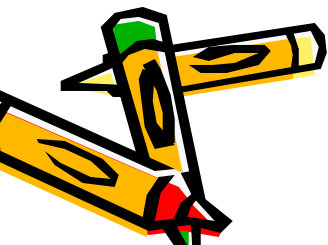
(4) .抑制心率不齐。

(5) .对高血糖有抑制作用，可减少血清胆固醇含量，抑制毛细血管透过性的抗进。

## 3、安全性

(1) .葛根黄酮的LD50为1.6~2.1g/kg（静脉注射，小鼠）。葛根素为1g/kg（静脉注射，小鼠）。

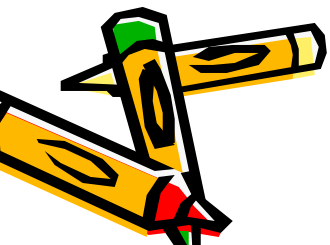
(2) .大鼠每天口授50~100g，无不良影响。



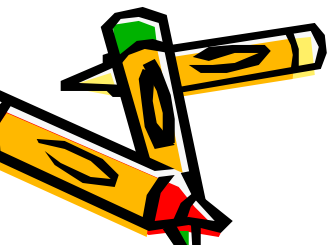



- (六)、乌骨鸡

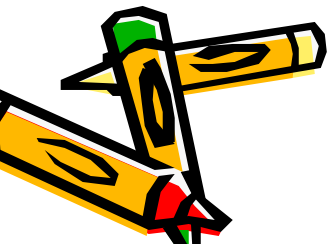
- 含有多种营养成分，它的血清总蛋白及丙种球蛋白均高于普通肉鸡，乌骨鸡全粉水解后含有18种氨基酸，包括人体所需的8种氨基酸，其中有10种氨基酸比普通肉鸡的含量高，乌骨鸡中还含有维生素B1、B2、B6、B12、C、E和烟酸等多种维生素。而且维生素E、胡萝卜素、维生素C的含量也均高于普通肉鸡，它还含有钙、磷、铁、钠、氯、钾、镁、锌等。试验表明，乌骨鸡能增加体力，提高抗疲劳能力。



- (七)、鹿茸
- 其水浸出物中含有多量胶质，灰质中含有钙、磷、铁、镁等。鹿茸精能提高机体的工作能力，降低肌肉的疲劳。
- (八)、大枣
- 含有多种氨基酸、生物碱、丰富的维生素C及钙、磷、铁、钾等多种微量元素。



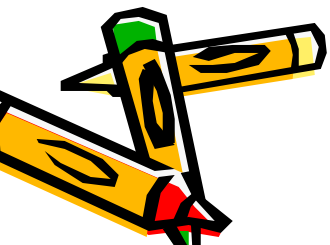
- 
- 思考题
  - 1. 疲劳的概念.
  - 2. 疲劳的症状有哪些？
  - 3. 疲劳的最主要生理本质是什么？
  - 4. 具有缓解体力疲劳功能的物质有哪些？



## 第四节 辅助抑制肿瘤的功能性食品

### 本节要点

- 1、肿瘤的基本概念
- 2、引起肿瘤发生的因素
- 3、肿瘤对人体的危害
- 4、具有辅助抑制肿瘤功能的物质

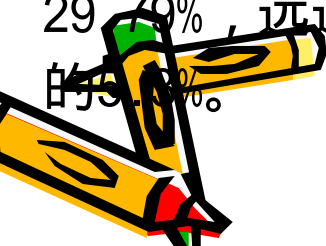


## (一)、肿瘤的危害

### 1. 肿瘤对人群的危害

肿瘤不管是良性还是恶性，本质上都表现为细胞失去控制的异常增殖，这种异常生长的能力除了表现为肿瘤本身的持续生长之外，在恶性肿瘤还表现为对邻近正常组织的侵犯及经血管、淋巴管和体腔转移到身体其它部位，而这往往是肿瘤致死的原因。

恶性肿瘤已经成为人类死亡的重要原因，每年全世界约有700万人死于癌症。尽管与一些发达国家如美国、英国、法国、俄国、日本等相比，我国恶性肿瘤死亡率及占总死亡的比例相对较低，在我国恶性肿瘤在各种死因中也已经排在第二位，在部分城市则已排在首位；并且从70年代到90年代，肿瘤死亡率呈明显上升趋势，由83.65 / 10万上升至108.26 / 10万，尤其是男性从96.31 / 10万上升到134.91 / 10万，增长达38.60%。若按世界调整死亡率进行比较，增幅也达29.70%，远远超过同期美国的2.8%、英国的3.5%、法国的9.2%和日本的5.0%。



- 2.肿瘤对机体的影响

- 肿瘤因其良恶性质的不同，对机体的影响明显不同。

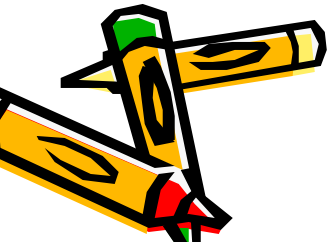
- 良性肿瘤

- 良性肿瘤对机体影响较小，但因其发生部位或有相应的继发改变，有时也可引起较为严重的后果。主要表现为如下。

- 局部压迫和阻塞：是良性肿瘤对机体的主要影响。如消化道良性肿瘤(如突入管腔的平滑肌瘤)可引起肠梗阻等。

- 继发性改变：膀胱的乳头状瘤等肿瘤，表面可发生溃疡而引起出血和感染。支气管壁良性肿瘤，阻塞气道后引起分泌物潴留也可引起肺内感染。

- 内分泌性良性肿瘤对全身的影响：内分泌的良性肿瘤常因能引起某种激素分泌过多而引起相应的内分泌症状，以及神经、肌肉及骨关节和血液等方面的症状异常



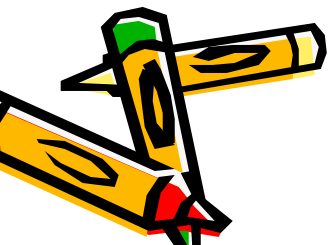
## 恶性肿瘤

恶性肿瘤由于分化不成熟，生长快，浸润破坏器官的结构和功能，并可发生转移，因此对机体的影响严重。恶性肿瘤除可引起与上述良性瘤相似的局部压迫和阻塞症状外，还可引起更为严重的后果。

并发症：肿瘤可因浸润、坏死而并发出血、穿孔及病理性骨折及感染。出血是引起医生或患者警觉的信号。例如：肺癌的咯血、大肠癌的便血、鼻咽癌的涕血、子宫颈癌的阴道流血、肾癌、膀胱癌的无痛性血尿、胃癌的大便血等。

顽固性疼痛：肿瘤浸润、压迫局部神经可引起顽固性疼痛等状况。

恶病质：恶性肿瘤晚期，机体严重消瘦、无力、贫血和全身衰竭的状态称恶病质，可导致患者死亡。

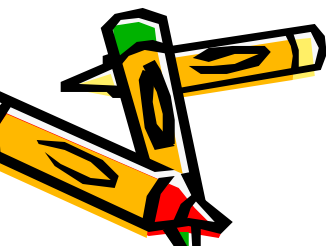




- (二)、肿瘤的定义与分类

- 1.肿瘤的概念

- 肿瘤(tumor, neoplasm)一种常见病、多发病，其中通常称为癌症(cancer)的恶性肿瘤是目前危害人类健康最严重的一类疾病。肿瘤是机体在各种致瘤因素作用下，局部组织的细胞在基因水平上失去了对其生长的正常调控，导致异常而形成的新生物。这种新生物常形成局部肿块，因而得名。正常细胞转变为肿瘤细胞后的核心问题是丧失了对正常生长调控的反应。





## ? 2. 肿瘤的分类

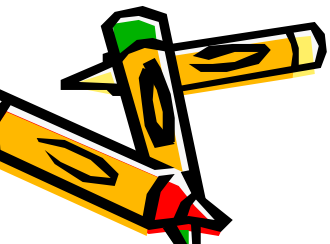
? 依据肿瘤对机体危害程度的轻重不同，将肿瘤大体上分为良性肿瘤和恶性肿瘤。良性肿瘤一般对机体影响小，易于治疗，疗效好；恶性肿瘤危害大，治疗措施复杂，疗效不够理想。


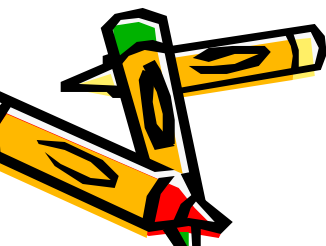
? 恶性肿瘤的命名，按一般原则有以下3种情况：

? 癌(carcinoma)：上皮组织来源的恶性肿瘤统称为癌。命名方法为：组织来源加癌。如来源于鳞状上皮的恶性肿瘤称为鳞状细胞癌或鳞状上皮癌，简称鳞癌；来源于腺上皮的恶性肿瘤称为腺癌。

? 肉瘤：来源于间叶组织(包括纤维结缔组织、脂肪、肌肉、脉管、滑膜骨、软骨组织)的恶性肿瘤统称为肉瘤，命名方式是在来源的组织名称之后加“肉瘤”，例如纤维肉瘤、横纹肌肉瘤、骨肉瘤等。

? 癌肉瘤：一个肿瘤中既有癌的成分又有肉瘤的成分，则称为癌肉瘤。近年研究表明，真正的癌肉瘤罕见，多数为肉瘤样癌。



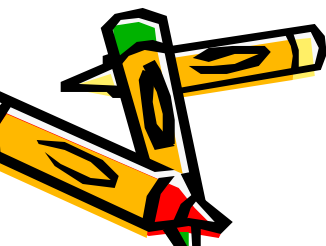
- 
- (三)、肿瘤的致病因素
  - 肿瘤发病时涉及到多个步骤的病理过程。与肿瘤发病相关的因素依其来源、性质与作用方式的不同，可分为内源性与外源性两类。外源性因素来自外界环境，和自然环境与生活条件密切相关，包括化学因素、物理因素、致瘤性病毒、霉菌毒素等；内源性因素有机体的免疫状态、遗传性、激素水平及DNA损伤修复能力等。
- 


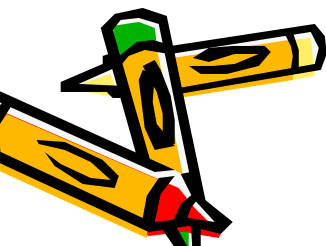
目前认为凡能引起人或动物肿瘤形成的化学物质，称为化学致癌物(chemical carcinogen)。根据化学致癌物的作用方式可将其分为致癌物和促癌物两大类。

致癌物：是指这类化学物质进入机体后能诱导正常细胞癌变的化学致癌物。如各种致癌性烷化剂、亚硝酰胺类致癌物、芳香胺类、亚硝胺及黄曲霉毒素等。

促癌物：又称肿瘤促进剂(tumor promoting agent)。促癌物单独作用于机体内无致癌作用，但能促进其他致癌物诱发肿瘤形成。常见的促癌物有巴豆油(佛波醇二酯)、糖精及苯巴比妥等。

物理因素主要包括电离辐射和紫外线照射。如长期的接触放射性同位素可引起恶性肿瘤，紫外线照射可导致皮肤癌。



- 
- (四)、肿瘤的预防
  - 人类约有35%的肿瘤是与膳食因素密切相关的。只要合理调节营养与膳食结构，发挥各种营养素和非营养素自身的预防肿瘤功效，就可有效地控制肿瘤的发生。科学证实，改变膳食可以预防50%的乳腺癌、75%的胃癌和75%的结肠癌。
- 

世界癌症研究基金会关于预防肿瘤的膳食建议为：

1. 合理安排膳食，膳食中保证充分营养，食物要多样化。
2. 膳食以植物性食物为主，包括各种蔬菜、水果、豆类以及粗加工谷类等。
3. 一年四季，坚持每天摄入400~800g各种蔬菜和水果；每天摄入600~800g各种谷类、豆类、植物类根茎，以粗加工为主，限制精制糖的摄入。
4. 红肉摄入量应低于90g/d，红肉指牛肉、羊肉、猪肉或由这些肉类加工成的食品。选择鱼和禽肉比红肉更有益健康。
5. 限制高脂食物，尤其是动物性脂肪的摄入，多摄入植物油，并控制用量。限制腌制食品的摄入，控制烹调盐和调料盐的摄入，成人食盐摄入量低予6g/d。
6. 不要摄入常温下储存时间过长、可能受到真菌毒素污染的食物；采用冷藏或其他合适方法保存易腐烂食物。
7. 食物中的添加剂、污染物和其他残留物低于国家规定限量，它们的存在是无害的，但乱用或使用不当可能影响健康。
8. 不摄入烧焦的食物，以及少量摄入直接在火上烧烤的肉、鱼、腌肉或熏肉。
9. 不必摄入营养补充剂，营养补充剂对抗肿瘤可能没有帮助。
10. 控制体重，坚持体育锻炼，反对过量饮酒。

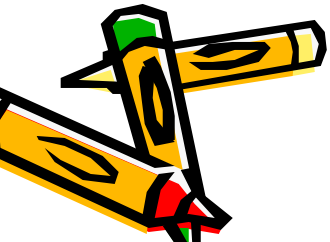


## 二、具有辅助抑制肿瘤功能的物质

### (一)、大蒜(Garlic)

#### 1、主要成分

大蒜的完整组织仅存在有活性成分的前体物质 无色无味针状结晶的蒜氨酸，含量0.24%，无辣味。蒜氨酸由85% S-烯丙基蒜氨酸、2%丙基蒜氨酸和13%S-甲基蒜氨酸组成。在蒜氨酸酶与磷酸吡哆醛辅酶参与下，先生成一种复合物，再分解成具强烈辛辣味的挥发性物质 大蒜素，后者不稳定，即使在室温下也会分解，遇光、热或有机溶剂即降解成各种含硫有机化合物，形成大蒜的特殊气味。主要是二烯丙基三硫醚(大蒜新素，含量约12%~19%)、二烯丙基二硫醚(含量约23%~39%)、二烯丙基硫醚、烯丙基甲基三硫醚、烯丙基甲基二硫醚、烯丙基甲基硫醚等约30余种。这些化合物统称为二烯丙基二硫化物(diallyl disulfide, DADS)。



## ? 2、生理功能

? (1). 辅助抑制肿瘤：能阻断亚硝酸胺的合成。新鲜大蒜液对小鼠自发性乳腺癌的生长有抑制作用；提取物能抑制Morris肝癌的生长；热水煮出液对人的宫颈癌细胞J-26的抑制率达70%~90%(即含有耐热抗癌物)。日本曾用大蒜“疫苗”对接有上百万个肿瘤的小鼠进行试验，结果无一发生癌症。

? 大蒜滤液、大蒜油、大蒜素分别使癌细胞内环腺苷酸(cAMP)水平升高132.74%、209.6%和77%。即调动体内抑制癌因素cAMP的代谢，达到抗癌的作用。

? (2). 免疫调节作用：可增加实验动物脾脏重量，增加吞噬细胞和T细胞数，增强吞噬细胞的吞噬能力，提高淋巴细胞转化率。免疫功能低下服用后可使淋巴细胞转化率明显升高。

? (3). 降低胃内亚硝酸盐含量：可降低胃内亚硝酸盐含量，降低胃癌发病率。促进肠胃消化液的分泌。以及杀灭微生物等作用。

? 据美国卫生总署国家癌症中心于1992年用2700万美元历时3年进行的“防癌食品”研究，通过对40多种食物的比较研究，得出大蒜为第一位有效抑癌物质。

## ? 3、食品安全学评价

? 1. LD50 15.1g / kg(小鼠，经口)。

? 2. 无毒食品，一次进食不宜过多，以免刺激胃粘膜。



## (二)、鲨鱼软骨粉(Shark Chondroitin Powder, 也称食用软骨素)

### 1、主要成分

由鲨鱼软骨制成的一种硫酸软骨素和蛋白质的复合体，相对分子质量2万~4万。由硫酸软骨素—葡萄糖醛酸-半乳糖-木糖-丝氨酸等构成的一种酸性粘多糖与蛋白质相结合的糖蛋白。作为商品常加有糊精以制成粉末。

主要构架硫酸软骨素也有A、B、C、D、E、F等多种，其中以A、B、C三种为主，其中硫酸软骨素B又称硫酸皮肤素。鲨鱼软骨中则以D型为主。

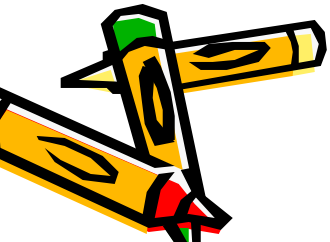
### 2、性状

灰白色至微黄褐色无定型粉末。略有特殊腥臭味和咸味，有吸湿性。溶于水呈粘稠液，加热不凝结，不溶于乙醇、丙酮和冰醋酸。





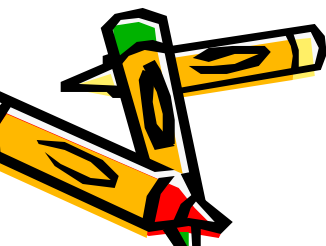
- 3、生理功能
- 能抑制肿瘤周围血管的生长，使肿瘤细胞因缺乏营养而萎缩、脱落。
- 4、食品安全学评价
- A、大蒜
- LD50 6700mg/kg。
- 遗传毒性试验阴性。
- B、DADS（二烯丙基二硫化物）
- 急性实验：大鼠经口LD50为0.26g/kg，兔经皮肤LD50为3.6g./kg。
- 人体的最大耐受剂量为25mg过滤液(100g大蒜用10ml去离子水匀浆)。





- (三)、琼脂低聚糖(Agaro-oligosaccharides)

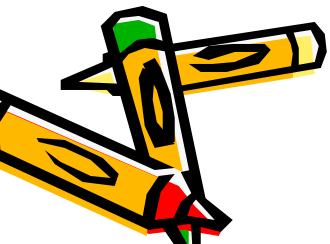
- 1、主要成分

- 由红藻类石花菜、江蓠等海藻，经碱、酸等处理，一般供食用或配制培养基等用的琼脂(亦称“洋菜”)。将琼脂在弱酸下加热以进一步水解，可得由琼脂二糖、四糖、六糖和八糖所组成的琼脂低聚糖，如加热时间延长，则可得琼脂二糖为主，同时含有一定量-卡拉二糖和新琼脂二糖的混合物。
- 

## ? 2生理功能

? (1). 抑癌作用：将人的结肠癌细胞植入大鼠皮下而成负瘤体后，饲以琼脂二糖为主的琼脂低聚糖。可见肿瘤体积和重量减少，有20%的肿瘤消失。

? (2). 抗氧化作用：当体内NO过多时，可使周围细胞破裂，并可引起慢性肾功能障碍，溃疡性大肠炎，慢性关节病变，并可导致细胞遗传因子障碍等。而琼脂二糖有抑制NO产生的活性，对已产生的NO有明显抑制其活性的活力，并使转变成无害的NO<sub>2</sub>。琼脂二糖和-卡拉二糖对NO的半数抑制浓度(IC<sub>50</sub>)分别为36.1 μmol / L和34.7 μmol / L。而新琼脂二糖的IC<sub>50</sub>则需1000 μmol / L以上。

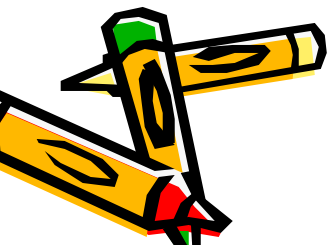


## (四)、番茄红素(Lycopene)

### 1、主要成分

番茄红素属类胡萝卜素，但没有 $\beta$ -胡萝卜素之类能在人体内转化为维生素A的生理功能。番茄红素在番茄中的含量最高，但普通品种含量仅33~37mg/kg，但在一些特殊品种中的含量可达400mg/kg。

番茄红素在番茄等中大部分为全反式结构(71%~91%)，但在人的血液全反式结构仅占27%~42%，而顺式却占58%~73%，在人的前列腺组织中，全反式仅占12%~21%，而顺式型却占到79%~88%。研究还表明顺式异构体比反式更容易被吸收。如加热生产的番茄酱比未加热的番茄酱更容易被吸收，就是因为未被加热的番茄酱是以全反式存在的，而番茄酱在玉米油中加热1h，番茄红素会从全反式变为顺式。

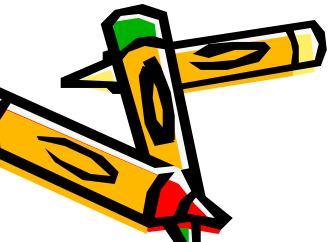


## ? 2、性状

? 暗红色粉末或油状液体。油溶液呈黄橙色。耐热和耐光性优良。不溶于水，溶于乙醇和油脂。属胡萝卜素类，纯品为针状深红色晶体(从二硫化碳和乙醇的混合液析出者)。熔点174℃，可燃。易溶于二硫化碳(1g / 5ml)、沸腾乙醚(1g / 3L)、正己烷(1g / 14L, 0℃)；溶于氯仿和苯；微溶于乙醇和甲醇。因属脂溶性色素，溶于油脂后方能被吸收利用。

? 在植物体中较稳定，制成的纯品易氧化，可吸收氧达30%(最后达41%)。可因光线、氧气、高温、酸、碱而破坏。

? 成熟的番茄中含量特别多。尚存在于灯笼大红辣椒、蔷薇果、西瓜、木瓜、番石榴、君影草果实、柿子、南瓜的果肉、葡萄柚的果实以及红色细菌之一Shiocystis等中。

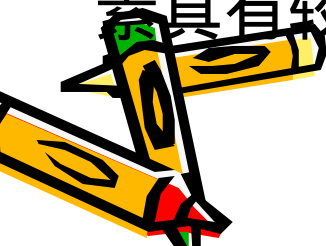




- 3、生理功能

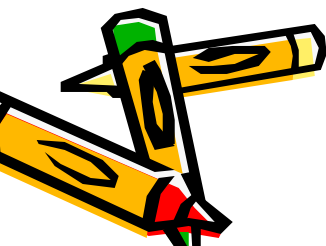
- (1) 辅助抑制肿瘤：通过抗氧化作用，抑制氧化游离基，降低发生肿瘤的危险性，已证实对预防前列腺癌、肺癌、胃癌最有效，对胰腺癌、大肠癌、食道癌、口腔癌、乳腺癌、子宫颈癌也有较好的预防作用。对已形成的肿瘤，能使之缩小，延缓扩散，尤其是前列腺癌。据美国哈佛大学的报告，每周食用10次，患前列腺癌的危险降低45%，每周4~7次，可降低20%。美国哈佛医学院1998年的临床研究，发现番茄红素能防癌，能缩小肿瘤，减慢肿瘤的扩散速度，特别是对前列腺癌、肺癌和胃癌。

- (2) 抗辐射：防止皮肤受紫外线伤害。当紫外线照射皮肤时，皮肤中的番茄红素首先被破坏，照射紫外线的皮肤中的番茄红素比未照射皮肤减少31%~46%，而且β-胡萝卜素含量几乎不变。这表明番茄红素具有较强的减轻组织氧化损伤的作用。





- (五)、冬凌草(*Rabdosia rubescens* , 也称碎米亚)
- 1、主要成分
- 冬凌草甲素(oridonin)、冬凌草乙素(ponicidin)、冬凌草素(guidongnin)、卢氏冬凌草甲素(ludongnin A) , 以及单萜、倍半萜、二萜、三萜等一系列萜类组分等。
- 2、生理功能
- 对移植性动物肿瘤艾氏腹水癌、食道癌109株、乳腺癌和肉瘤S180、肝癌、网织细胞肉瘤等均有明显抑制作用。
- 3、食品安全学评价
- 口服或滴注无明显毒副反应。少数可有轻度腹胀、肠鸣和大便次数增加。



## (六)、虾青素(Astaxanthin)

### 1、性状

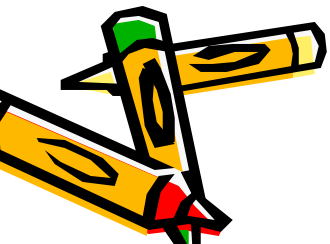
虾青素分子式： $C_{40}H_{52}O_4$ 红褐色至褐色粉末或液体。在油脂溶液中呈橙红色。耐热性强，耐光性差，不随pH值变化而变色，长时间与空气接触会褪色。溶于乙醇和油脂，不溶于水。属类胡萝卜素，但不能转化为维生素A。可作为食用色素使用。

### 2、生理功能

(1). 辅助抑癌作用：对肿瘤细胞增殖的抑制作用。对人的大肠癌SW116细胞的增殖有明显抑制作用。此外，对膀胱癌、口腔癌和由紫外线引起的皮肤癌也有一定抑制作用。

(2). 抗氧化作用：有很强的抗氧化和消除自由基的作用，在类胡萝卜素中，随着共轭双键的增加而增强，以虾青素的作用最强，虾青素的抗氧化性比 $\alpha$ -生育酚强100~150倍。

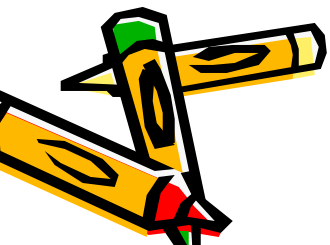
(3). 增强免疫功能：能促进T细胞的活性作用





### (三) 食品安全学评价

许多日常食物中含有大量的虾青素,养殖大西洋鲑鱼含虾青素4 ~ 10mg/kg,野生银大马哈鱼平均含虾青素14mg/kg,红大马哈鱼的虾青素质量浓度高达40mg/kg。人分别服用3.6mg/d、7.2mg/d、14.4mg/d剂量的虾青素都没有出现不良反应,而且血浆LDL氧化的速率随剂量增加而减慢。最近,Mera医药公司进行了如下实验:33位健康成年人志愿者每天服用3.85mg或19.25mg天然虾青素(来源于血球藻干粉),持续29d,在实验前、实验中和实验后对志愿者进行全面的身体检查,包括体重、肤色、外貌、血压、视觉、色觉、深度感知、眼、耳、鼻、口腔、咽喉、牙齿、胸腔、肺、尿样分析、血样分析(血细胞计数、血色素、肝酶活性等),没有发现虾青素有毒副作用。其他研究结果也说明虾青素是安全的。

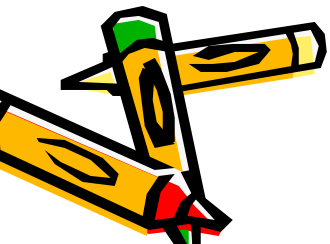



- (七)、硒及含硒制品(Selenium products)

- 1、概述

- 硒为人体必需的微量元素之一,是红细胞中谷胱甘肽过氧化物酶等的必要成分,并以此形式与生育酚相互协同发挥抗氧化作用,即防止不饱和脂肪酸中双键的氧化,使细胞膜避免过氧化物损害。此外也以甲酸脱氢酶、甘氨酸还原酶和肌肉蛋白等形式存在。估计人体含硒约14 ~ 20mg,主要分布于肺、肝、皮肤、肾、毛发等中,其中的1 / 3存在于肌肉尤其是心肌中。在血液中的含量为1 ~ 10 /  $\mu\text{mol} / \text{L}$ 。

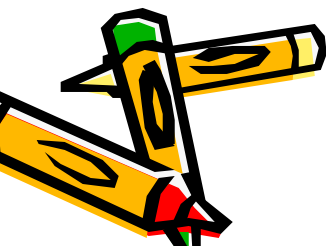
- 动物缺硒时可表现为:禽类生长障碍、羽毛失常、胰腺的纤维变性;牛羊则患白肌病;猪可发生饮食性肝坏死等。近年来经进一步研究,发现硒与肿瘤、免疫等有密切关系。





在天然食品麦芽、大麦、鱼类、大蒜、蘑菇等中都含有丰富的硒(mg / kg)：小麦胚1.11，小麦麸皮0.63，小麦面粉0.19，麦片0.45，鳕鱼0.43，比目鱼0.34、牡蛎0.65，生大蒜0.25，鲜蘑菇0.13，猪肾1.89，牛肉0.20，鸡腿肉0.14，鱼粉1.93。

为弥补天然食品中硒量的不足，按GB2760--1996规定，可用硒酸钠、亚硒酸钠、硒蛋白、富硒食用菌粉，富硒酵母等作为硒源。其中富硒酵母因其安全性和吸收率高而广为采用。



## 2、生理功能

### A、辅助抑制肿瘤作用

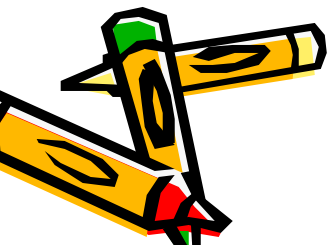
硒进入机体后，与蛋白质相结合而成为谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)，该酶具有明显的抗氧化作用，能抑制和分解过氧化反应，从而清除自由基，保护细胞的畸变，并能修复细胞畸变所带来的分子损伤，起到抑制肿瘤的作用。

硒能调节环腺苷酸(cAMP)的代谢，抑制肿瘤细胞中磷酸三酯酶的活性，使能抑制肿瘤细胞DNA合成的cAMP的水平提高，阻止肿瘤细胞的分裂，从而起到抗肿瘤的作用。

硒能增强吞噬细胞的吞噬作用，增强T细胞和B细胞的增殖力，即通过提高机体细胞的免疫功能而起到抗肿瘤的作用。

硒能影响致癌物质的代谢，抑制前致癌物转变成致癌物。

维生素A和E均能增强硒的抗肿瘤能力。

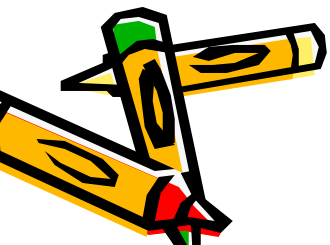


## B. 免疫调节作用

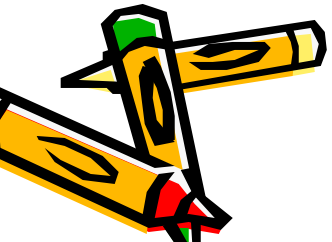
硒能刺激机体产生较多的免疫球蛋白IgM和IgG。

硒能激活巨噬细胞、脾淋巴细胞的增殖反应和T淋巴细胞的活性。

硒能明显提高中性粒细胞的活性氧化代谢产物(ROS)的产生，增强中性粒细胞的吞噬能力。



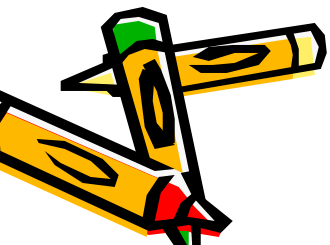
- C.降低黄曲霉毒素的毒性
- 缓和由其所致的急性损伤(肝中心小叶坏死的程度和死亡率)。


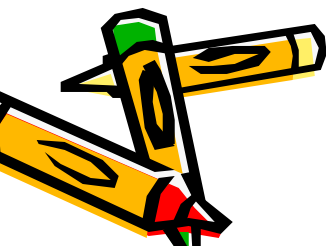


## (八)、十字花科蔬菜

### 1、主要成分

十字花科蔬菜是一类因有十字花而得名的蔬菜,包括卷心菜(Cabbage)、花茎甘蓝、花菜、白菜、萝卜及其他的芸苔科和芸苔属蔬菜。有些研究报告证明十字花科蔬菜及其某些成分可能具有防癌作用。**异硫氰酸酯**是天然存在于各种十字花科蔬菜中的葡糖异硫氰酸酯的降解产物,是研究的最多的十字花科蔬菜的成分。目前,已对20多种天然和合成异硫氰酸酯预防癌症发生的能力进行了研究。挥发性异硫氰酸酯是蔬菜的硫葡糖苷释放出来的,具有明显的气味。异硫氰酸丙烯酯(芥子油)普遍存在于卷心菜中。水田芥菜中有丰富的异硫氰酸苯乙酯。中国大白菜中有蔓菁素(一种吲哚)。十字花科蔬菜中有各种具有化学预防作用的化学物质,其浓度取决于降水、日照、土壤和种子储备情况等。



- 
- 2、生理功能
  - 流行病学研究表明，摄入十字花科蔬菜预防肺、胃、结肠肿瘤。体内试验证明，对致癌物有混合的脱甲基和氧化作用；预防肝、肺、乳腺、胃和食管肿瘤的发展；对GST和其他酶活性有混合作用。
- 



### 3、食品安全学评价

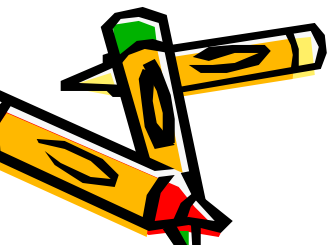
(1) 异硫氰酸丙烯酯：美国学者曾用大鼠和小鼠进行两年研究来评估食物级异硫氰酸丙烯酯(allyl isothiocyanate, AITC)的致癌作用。AITC引起雄性F344 / N大鼠膀胱移行上皮细胞乳头状瘤。AITC对雌性F344 / N大鼠皮下纤维肉瘤的作用不确定，AITC对雄性或雌性B6C3F1小鼠不致癌。另一项研究用雄性和雌性大鼠和小鼠各50只，将AITC溶于玉米油中每周灌胃5次，持续103周，AITC的剂量分别为12或25毫克 / 千克，另设相同数量的单用玉米油的阴性对照组。

日本将medaka幼鱼暴露于AITC 0.0185mg / L，28天后与对照组相比，其存活与生长状况明显较低，慢性毒性值为0.013mg / L。

(2) 苯甲基异硫氰酯(enzyli isothiocyanate, BITC)：BITC的剂量在100mg / kg体重以下时，没有显示主要由药物引起对动物的毒性反应。在给药后的第一个48小时内观察到有一点颤抖。剂量在200mg / kg或以上时，全部动物在24小时内中毒死亡。BITC的LD50为140mg/kg。



- 思考题
- 1.什么是肿瘤？
- 2.怎样预防肿瘤的发生？
- 3.引起肿瘤发生的因素有哪些？
- 4.肿瘤对人群有什么影响？
- 5.肿瘤对人体有哪些危害？
- 6.具有辅助抑制肿瘤功能的物质有哪些？



# 第五节 调节血糖的功能性食品

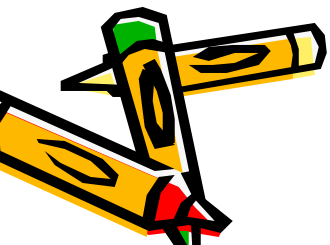
本节要点


糖尿病的分类及起因

糖尿病的发病机理

糖尿病患者的症状

具有调节血糖功能的物质

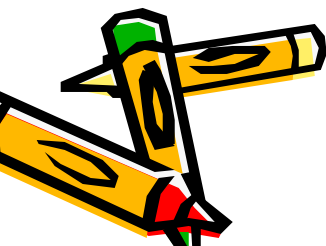




糖尿病是由于体内胰岛素不足而引起的以糖、脂肪、蛋白质代谢紊乱为特征的常见慢性病。它严重危害人类的健康，据统计，世界上糖尿病的发病率为3%~5%，50岁以下的人均发病率为10%。在美国，每年死于糖尿病并发症的人数超过16万。在中国，随着经济的发展和人们饮食结构的改变以及人口老龄化，糖尿病患者迅速增加。目前25岁以上成年人糖尿病患病率约为2.5%，达2000多万人，预计到2010年糖尿病患者可能达到6300万，将居世界首位。

糖尿病会引起并发症。患糖尿病20年以上的病人中有95%出现视网膜病变，糖尿病患心脏病的可能性较正常人高2~4倍，患中风的危险性高5倍，一半以上的老年糖尿病患者死于心血管疾病。除此之外，糖尿病患者还可能患肾病、神经病变、消化道疾病等。由于糖尿病并发症可以累及各个系统，

因此寻找开发具有降糖作用的功能食品，以配合药物治疗，在有效地控制血糖和糖尿病并发症的同时降低药物副作用已引起人们的关注。



、概述

## （一）糖尿病的分类

一般来说，糖尿病分为I型、II型、其他特异型和妊娠糖尿病四种：

### 1. I型糖尿病

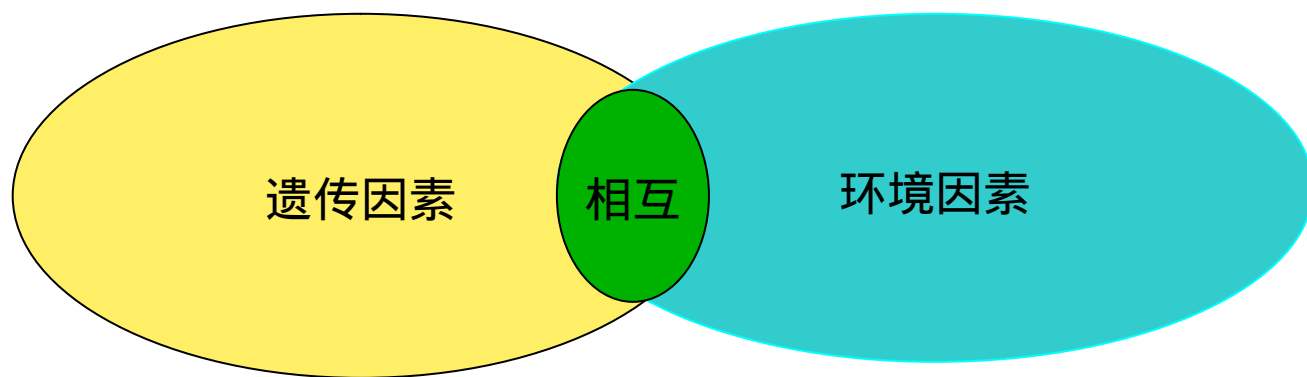
这种糖尿病又称胰岛素依赖型糖尿病（IDDM），多发生于青少年。临床症状为起病急、多尿、多饮、多食、体重减轻等，有发生酮症酸中毒的倾向，必须依赖胰岛素维持生命。

### 2. II型糖尿病

这种糖尿病又称非胰岛素依赖型糖尿病（NIDDM），可发生在任何年龄，但多见于中老年。一般来说，这种类型起病慢，临床症状相对较轻，但在一定诱因下也可发生酮症酸中毒或非酮症高渗性糖尿病昏迷。通常不依赖胰岛素，但在特殊情况下有时也需要用胰岛素控制高血糖。



## (二) 糖尿病的起因



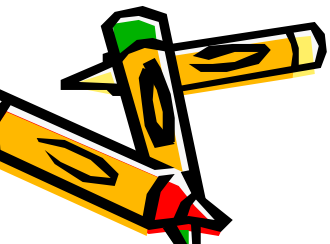
## 1. 遗传因素

国外研究表明，有糖尿病家族史者占25%~50%，尤其是1型糖尿病患者。

## 2. 自身免疫因素

糖尿病人及其亲属伴有自身免疫性疾病，如恶性贫血、甲状腺功能亢进症、桥本甲状腺炎等。自身免疫性肾上腺炎在糖尿病人中约占14%，比一般人群中的患病率高6倍。1型糖尿病患者常有多发性自身免疫性疾病，如同时或先后发生肾上腺炎、桥本甲状腺炎，这3种症状并存称Schmidts综合症。

在胰岛素依赖型糖尿病的发病机理中，自身免疫反应包括细胞免疫与体液免疫有较明确的证据，但引起免疫反应的原因目前还未明确，它与遗传因素的关系也有待进一步研究。

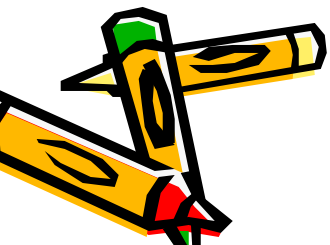


### 3. 病毒感染因素

显然存在对病毒感染“易感性”或“抵抗性”方面的差异。这种差异可能与胰岛素 $\beta$ -细胞膜上的病毒受体数目有关，也可能与免疫反应有关，即病毒感染激发自身免疫反应，从而导致胰岛素进行性破坏。

### 4. $\beta$ -细胞功能与胰岛素释放异常

在胰岛素依赖型糖尿病中，胰岛炎会使 $\beta$ -细胞功能遭受破坏，胰岛素基值很低甚至测不出，糖刺激后 $\beta$ -细胞也不能正常分泌释放或分泌不足。





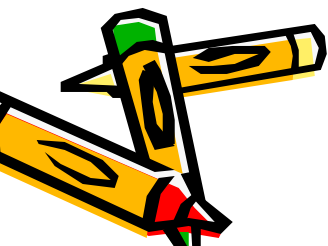
5.胰岛素受体异常、受体抗体与胰岛素相抵抗

## 6.神经因素

近年研究发现，刺激下丘脑外侧核（LHA）可兴奋迷走神经，使胰岛素分泌增多，刺激下丘脑腹内侧核（VMH），则兴奋交感神经，使胰岛素分泌减少，这说明下丘脑中存在胰岛素生成调节中枢及胰岛素剥夺中枢。这是非胰岛素依赖型糖尿病的一种病因。

## 7.胰岛素拮抗激素的存在

这类拮抗激素所致的糖尿病，大都属继发性糖尿病或糖耐量异常。



### 胰岛素依赖型糖尿病的发病机理：

病毒感染等因素扰乱了体内抗原，使患者体内的T、B淋巴细胞致敏。由于机体自身存在免疫调控失常，导致了淋巴细胞亚群失衡，B淋巴细胞产生自身抗体，K细胞活性增强，胰岛β-细胞受抑制或被破坏，导致胰岛素分泌的减少，从而产生疾病。

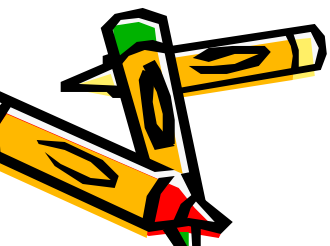
### 非胰岛素依赖型糖尿病的发病机理：

(1) 胰岛素受体或受体后缺陷，尤其是肌肉与脂肪组织内受体必须有足够的胰岛素存在，才能让葡萄糖进入细胞内。当受体及受体后缺陷产生胰岛素抵抗性时，就会减少糖摄取利用而导致血糖过高。这时，即使胰岛素血浓度不低甚至增高，但由于降糖失效，导致血糖升高。

(2) 在胰岛素相对不足与拮抗激素增多条件下，肝糖原沉积减少，分解与糖异生作用增多，肝糖输出量增多。

(3) 由于胰岛β-细胞缺陷、胰岛素分泌迟钝、第一高峰消失或胰岛素分泌异常等原因，导致胰岛素分泌不足引起高血糖。

持续或长期的高血糖，会刺激β-细胞分泌增多，但由于受体或受体后异常而呈胰岛素抵抗性，最终会使β-细胞功能衰竭。



#### (四) 糖尿病与高血脂症的关系

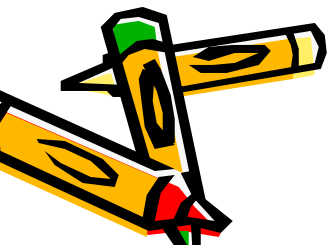
糖尿病患者发生以动脉粥样硬化疾病为特征的大血管病变的危险，是非糖尿病人群的3~4倍，而且病变发生早进展快，是糖尿病患者死亡的最主要原因。这种大血管病变导致的死亡，与糖尿病人的血脂代谢异常密切相关。

糖尿病患者血脂异常的特点是：

1. 甘油三酯升高（有30%~40%的病人甘油三酯水平  $> 2.25\text{mmol/L}$ ）；
2. 餐后血脂水平高于普通人群；
3. 高密度脂蛋白胆固醇下降，可防止血管硬化；
4. 致病性很强的LDL由于糖化和氧化，消除减慢，因此，其对糖尿病大血管病变的危害性最大。



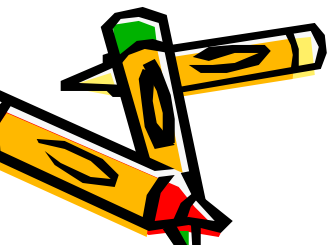
诱发糖尿病进一步恶化的最危险因素不是糖而是脂肪。如患者能接受低脂饮食，如将摄入脂肪所供的热量从40%减至10%，糖尿病就会得到很好的控制。因此，糖尿病患者血清胆固醇水平应控制在5.3 mmol/L以下，低密度脂蛋白-胆固醇水平应控制在2.6mmol/L以下，甘油三酯水平应控制在1.7 mmol/L以下，高密度脂蛋白-胆固醇应保持在1.4mmol/L以下，这样就可一定程度上减轻或延缓糖尿病患者的动脉粥样硬化的发生和发展，对糖尿病的慢性血管病变，特别是大血管病变起到一定的防治作用。



## (五)、糖尿病的表现

### 1.多食

由于葡萄糖的大量丢失、能量来源减少，患者必须多食补充能量来源。不少人空腹时出现低血糖症状，饥饿感明显，心慌、手抖和多汗。如并发植物神经病变或消化道微血管病变时，可出现腹胀、腹泻与便秘交替出现现象。



## 2. 多尿

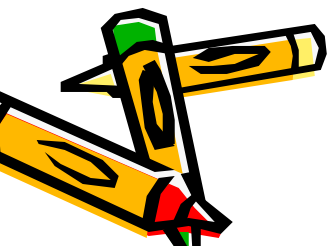
由于血糖超过了肾糖阈值而出现尿糖，尿糖使尿渗透压升高，导致肾小管吸收水分减少，尿量增多。

## 3. 多饮

糖尿病患者由于多尿、脱水及高血糖导致患者血浆渗透压增高，引起患者多饮，严重者出现糖尿病高渗性昏迷。

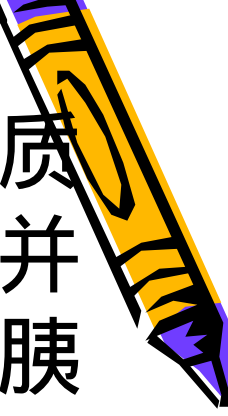
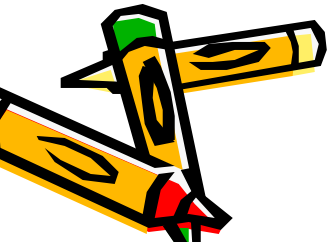
## 4. 体重减少

非依赖型糖尿病早期可致肥胖，但随着时间的推移出现乏力、软弱、体重明显下降等现象，最终发现消瘦。依赖型糖尿病患者消瘦明显。晚期糖尿病患者都伴有面色萎黄、毛皮稀疏无光泽。



## (六)、患者专用功能性食品的开发原理

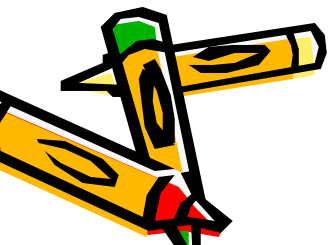
糖尿病患者体内碳水化合物、脂肪和蛋白质均出现程度不一的紊乱，由此引起一系列并发症。开发功能性食品的目的就在于要保护胰岛功能，改善血糖、尿糖和血脂值，使之达到或接近正常值，同时要控制糖尿病的疾病，延缓和防止并发症的发生与发展。



## 糖尿病患者的营养：

- 1、总能量控制在仅能维持标准的体重水平；
- 2、有一定数量的优质蛋白质与碳水化合物；
- 3、低脂肪；
- 4、高纤维；
- 5、杜绝能引起血糖波动的低分子糖类（包括蔗糖与葡萄糖等）。
- 6、足够的维生素、微量元素与活性物质。

可依据这些基本原则，设计糖尿病人专用功能性食品。





任开发糖尿病专用功能性食品时，有关能量、碳水化合物、蛋白质、脂肪等营养素的搭配原则是：

能量：以维持正常体重为宜；

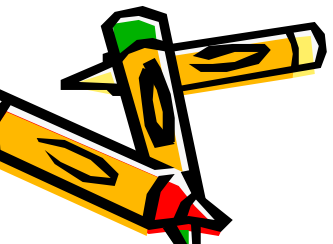
碳水化合物：占总能量的55%~60%；

3. 蛋白质：与正常人一样按0.8g/kg体重供给，老年人适当增加。减少蛋白质摄入量，可能会延缓糖尿病、肾病的发生与发展；

4. 脂肪：占总能量的30%或低于30%。减少饱和脂肪酸，增加多不饱和脂肪酸，以减少心血管并发症的发生。

胆固醇：控制在300mg/d以内，以减少心血管病并发症的发生；

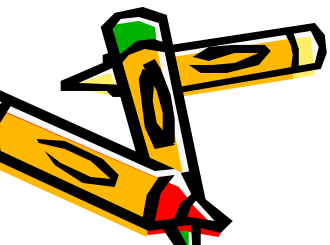
钠：不超过3g/d，以防止高血压。



## 二、具有调节血糖功能的物质

### (一)、糖醇类

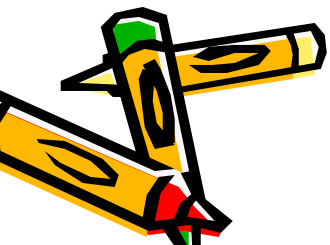
糖醇类是糖类的醛基或酮基被还原后的物质。一般是由相应的糖经镍催化氢化而成的一种特殊甜味剂。重要的有木糖醇、山梨糖醇、甘露糖醇、麦芽糖醇、乳糖醇、异麦芽糖醇等但赤藓糖醇只能由发酵法制得。



# 1、性状

(1) 有一定甜度，但都低于蔗糖的甜度，因此可适当用于无蔗糖食品中低甜度食品的生产。它们的相对甜度（以蔗糖为1.0）和热值见表17-1。

(2) 热值大多低于（或等于）蔗糖。糖醇不能完全被小肠吸收，其中有一部分在大肠内由细菌发酵，代谢成短链脂肪酸，因此热值较低。适用于低热量食品，或作为高热量甜味剂的填充剂。



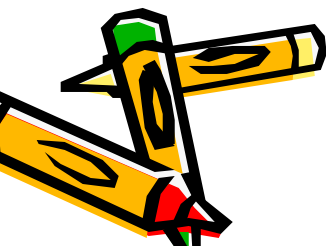
## 2、生理功能

(1). 在人体的代谢过程中与胰岛素无关，不会引起血糖值和血中胰岛素水平的波动，可用作糖尿病和肥胖患者的特定食品；

(2). 无龋齿性。可抑制引起龋齿的突变链球菌的生长繁殖，从而预防龋齿。并可阻止新龋齿的形成及原有龋齿的继续发展。

(3). 有类似于膳食纤维的功能，可预防便秘、改善肠道菌群、预防结肠癌等作用。

糖醇类在大剂量服用时，一般都有缓泻作用（赤藓糖醇除外），因此，美国等规定当每天超过一定食用量时（视糖种类而异），应在所加食品的标签上要标明“过量可致缓泻”字样，如甘露糖醇为20，山梨糖醇为50 g。

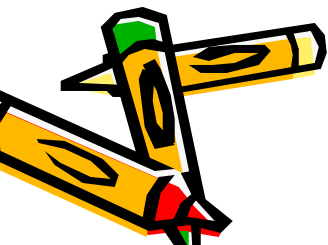


## (一)、麦芽糖醇(氢化麦芽糖醇)

其分子式为 $C_{12}H_{24}O_{11}$ ，相对分子量为344.31。

### 1、性状

它是由一分子葡萄糖和一分子山梨糖醇结合而成的二糖醇。纯品为白色结晶性粉末，熔点 $146.5\sim 147$ 。因吸湿性很强，故一般商品为含有70%麦芽糖醇的水溶液。水溶液为无色透明的中性粘稠液体，甜度约为蔗糖的85%~95%，甜感近似蔗糖。难于发酵，有保香、保湿作用。在pH值3~9时耐热，基本上不发生美拉德反应。在人体内不能被消化吸收，除肠内细菌可利用一部分外，其余无法消化而排除体外。易溶于水和醋酸。低热，发热量 $1.67\text{kJ/g}(0.4\text{kcal/g})$ ，相当于蔗糖的十分之一。



## 2、生理功能

### (1) 调节血糖

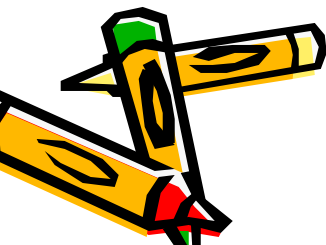
进食后不升高血糖，不刺激胰岛素分泌，对糖尿病患者不会引起副作用，也不受胰液的分解。

### (2) 减脂作用

与脂肪同食时，可抑制人体脂肪的过度贮存。当有胰岛素存在时，LPL活度相应提高，而刺激胰岛素的分泌，这是造成动物体内脂肪过度积聚的主要因素。

### (3) 防龋齿作用

经体外培养，麦芽糖醇不能被龋齿的变异链球菌所利用，故不会产酸。



### 3制备

由淀粉原料（包括碎米）经磨浆后用  $\alpha$ -淀粉酶保温约24h，至DE值不变后再升温、灭酶，得到以麦芽糖为主（含少量葡萄糖、麦芽三糖和麦芽四糖）的水解物，经脱色、过滤、精制后，在镍催化下，用7.0~8.5MPa、130~150℃进行氢化，然后脱色、浓缩、中和至pH值为5.5~6.0而成麦芽糖醇糖浆（固形物75%~80%）。再经干燥则得固形物为88.5~95%的固形物麦芽糖醇，如糖浆经过结晶，则可得固形物98%以上的结晶纯品。

### 4、用途

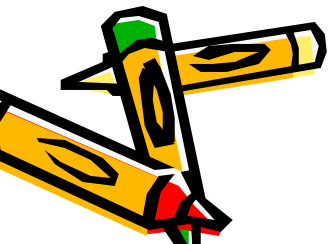
作为低热量的糖类甜味剂，适用于糖尿病、心血管病、动脉硬化、高血压和肥胖症患者。因属非发酵性糖，可作为防龋齿甜味剂。也可作为蜜饯等的保香剂、粘稠剂、保湿剂等。

### 5、限量

GB2760-1996：雪糕、冰棍、饮料、饼干、面包、糖果、酱菜、胶基糖果、豆制品、制糖及酿造工艺用，均GMP；鱼麩及其制品，0.5g/kg；糕点，5.0g/kg，。

### 6、安全性

ADI 不作特殊规定。

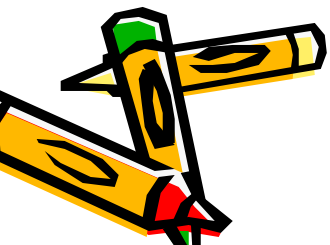


(三)、木糖醇

其分子式为 $C_5H_{12}O_5$ ，相对分子量为152.15。

### 1、性状

白色结晶或结晶性粉末，几乎无臭。具有清凉甜味，甜度0.65~1.00（视浓度而异；蔗糖为1.00）。热量17 kJ（4.06cal/g）。熔点92~96，沸点216。与金属离子有螯合作用，可作为抗氧化剂的增效剂，有助于维生素和色素的稳定。极易溶于水（约1.6ml），微溶于乙醇和甲醇，热稳定性好。10%水溶液的pH值为5.0~7.0（在pH值3~8时稳定）。天然品存在于香蕉、胡萝卜、杨梅、洋葱、莴苣、花椰菜、桦树的叶和浆果及蘑菇等中。





## 2、生理功能

### (1) 调节血糖

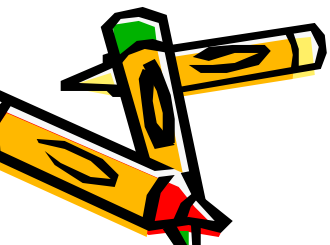
在人体内的代谢途径不同于一般糖类，不需要胰岛素的促进，而能透过细胞膜，成为组织的营养成分，并能使肝脏中的糖原增加。因此，对糖尿病患者来说，食用木糖醇不会增加血糖值，并能消除饥饿感、恢复能量和体力上升。

### (2) 防龋齿作用

木糖醇本身不能被可致龋齿的变形菌所利用，也不能被酵母、唾液所利用，使口腔保持中性，防止牙齿被酸所蛀蚀。

### (3) 调节肠胃功能

木糖醇具有与低聚糖类类似的改善小鼠胃畅功能的效果。



### 3、制菌

(1) .由玉米芯或甘蔗渣经水解、净化、加氢精制而成。据报道，由甘蔗渣经酶法水解液制备，生产成本可降低80%。

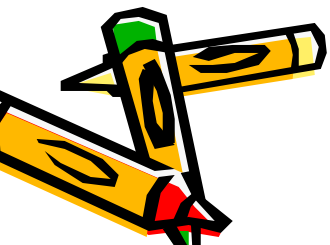
(2) .以玉米芯、甘蔗渣、秸秆等为原料，采用纤维分解酶等酶技术和生物技术生产木糖醇，可解决化学生产法所存在的设备和操作费用高、产品纯化困难等问题。所需设备为普通常温常压化工设备和通用发酵设备。

### 4、安全性

可安全用于食品；

ADI 不作特殊规定；

LD502.0g/kg。

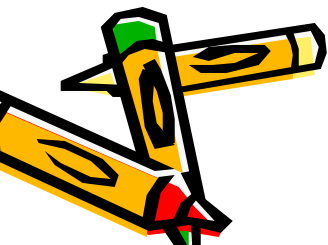


#### 四)、山梨糖醇

其分子式为 $C_6H_{14}O_6$ ，相对分子量为182.17。

#### 1、性状

白色针状结晶或结晶性粉末，也可片状或颗粒状，无臭。有清凉爽口甜味，甜度约为蔗糖的60%，在人体内可产生热量 $16.7\text{kJ/g}$ 。极易溶于水（ $1\text{g}/0.45\text{ml}$ ），微溶于乙醇、甲醇和醋酸。低于60%时易生霉。有吸湿性，吸湿能力小于甘油。水溶液的pH值为6~7。渗透压为蔗糖的1.88倍。天然品存在于植物界，尤其在海藻（红藻含13.6%）、苹果、梨、葡萄等水果中，也存在于哺乳动物的神经、眼的水晶体等中。



## 2、生理功能

### (1) 调节血糖

经试验，在早餐中加入山梨糖醇35g，餐后血糖值：正常人9.3mg/dl，**1**型糖尿病人为32.2mg/dl，而食用蔗糖的对照值，正常人44.0mg/dl，**1**型糖尿病人为78.0mg/dl。因此，缓和了餐后血糖值的波动。

### (2) 防龋齿

食用山梨糖醇后，既不会导致龋齿变形菌的增殖，也不会降低口腔pH值(pH值低于5.5时可形成菌斑)。



5、用途

由葡萄糖在镍催化下经高温高压氢化后，由离子交换树脂精制浓缩、结晶、分离而成。或由浓缩液经喷雾干燥而成粉末结晶。

#### 4、限量

FAO/WHO：葡萄干，5g/kg；食用冰和加冰饮料，50 g/kg。

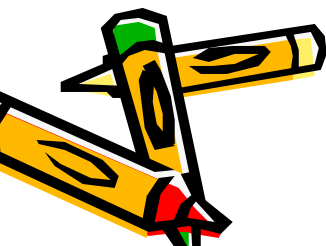
FDA：硬糖99%；胶姆糖75%；软糖98%；果糖、果冻30%；冷冻乳品甜食17%；焙烤制品30%；其他食品2%。

#### 5、安全性

ADI 不作特殊规定；

LD<sub>50</sub>23.3g/kg（小鼠，经口）；15.9 g/kg（大鼠，经口）；

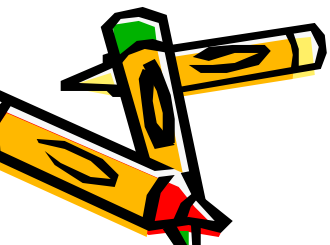
人长期食用50g/d无异常。超过50g/d时因在肠内滞留时间过长而导致腹泻。



## (五) 蜂胶

蜂胶是蜜蜂从植物叶芽、树皮内采集所得的树脂混入工蜂分泌物和蜂蜡而成的混合物。具有广谱抑均、抗病毒作用。中国每年饲养蜂群约700万群，年产蜂蜡初品约300t。一个5~6万只蜜蜂的蜂群一年约能生产蜂胶100~500g。

由于原胶（即从蜂箱中直接取出的蜂胶）中含有杂质而且重金属含量较高，不能直接食用，必须经过提纯、去杂、去除重金属如铅等之后才可用于加工生产各种蜂胶制品。此外，蜂胶的来源和加工方法对于蜂胶的质量影响很大。

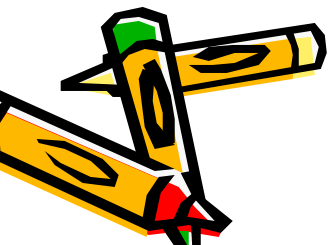


## 1、主要成分

树脂50%~55%，蜂蜡30%~40%，花粉5%~10%。主要功效成分有黄酮类化合物，包括白杨黄素、山奈黄素、高良姜精等。

## 2、性状

红褐至绿褐色粉末，或褐色树脂状固体，有香味。加热时有蜡质分出。可分散于水中，但难溶于水，溶于乙醇。



## 三、生理功能

具有调节血糖的功能。能显著降低血糖，减少胰岛素的用量，能较快恢复血糖正常值。消除口渴、饥饿等症状。并能防治有糖尿病所引起的并发症。据测试，总有效率约40%。蜂胶本身是一种广谱抗菌素，具有杀菌消炎的功效。糖尿病患者血糖含量高，免疫力低下，容易并发炎症，蜂胶可有效控制感染，使患者病情逐步得到改善。

蜂胶降血糖、防治并发症的可能机理：

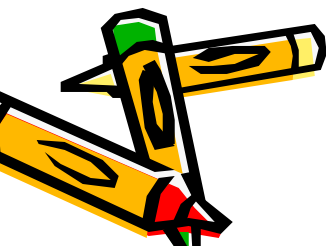
蜂胶中的黄酮类、萜烯类物质有促进肝糖元的作用，从而降低血糖。而且这种调节是双向的，不会降低正常人的血糖含量。

蜂胶不仅可以抗菌消炎，还能活化细胞，促进组织再生。因此可以使发生病变、丧失分泌功能的胰岛素细胞恢复功能，从而降低血糖含量。

黄酮类化合物可以降低血脂，改善血液循环，因而可防治血管并发症。

蜂胶中黄酮类、苷类能增强三磷酸腺苷（ATP）酶。ATP是机体能量的源泉，能使酶活性增加，ATP含量增加，促进体力恢复。

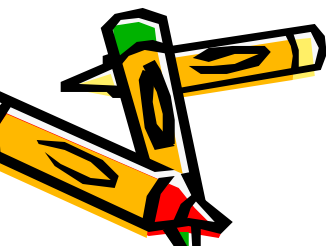
所含钙、镁、钾、磷、锌、铬等元素，对激活胰岛素、改善糖耐量，调节胰腺细胞功能等都有一定意义。







- 4、安全性

- 蜂胶本身无毒，但在蜂胶原料的制备过程中，可有很多污染机会，重金属含量较高，铅含量可达200~400mg/kg，而规定不得超过1 mg/kg，粗蜂胶不能食用，而需精制后方能是食用。
  - 婴儿及孕妇不宜。
- 

### (六)、南瓜

20世纪70年代日本即用南瓜粉治疗糖尿病，但至今对南瓜降糖的作用机理并不明确，有的认为主要是南瓜戊糖；有的认为主要是果胶和铬，因果胶可延缓肠道对糖和脂类的吸收，缺铬则使糖耐量因子无法合成而导致血糖难以控制。

### (七)、铬

铬是葡萄糖耐量因子的组成部分，缺乏后可导致葡萄糖耐量降低。所谓“葡萄糖耐量”是指摄入葡萄糖（或能分解成葡萄糖的物质）使血糖上升，经血带走后使血糖迅速恢复正常。其主要作用是协助胰岛素发挥作用。缺乏后可使葡萄糖不能充分利用，从而导致血糖升高，有可能导致Ⅱ型糖尿病的发生。

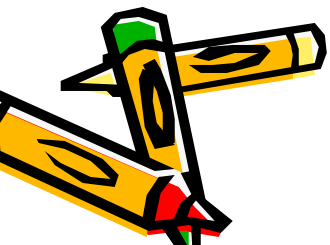
### (八)、三氯化铬

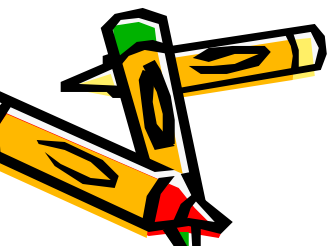
紫色单斜结晶，相对密度2.878，熔点820，沸点1300。易溶于水。能与烟酸化合成烟酸铬而具有与葡萄糖耐量因子相似的作用，从而起到提高胰岛素的敏感性，改善葡萄糖耐量的作用。



## (九)、番石榴叶提取物

在日本、中国台湾和东南亚亚热带地区，民间将番石榴的叶子用作糖尿病和腹泻药已有很长时间。番石榴叶提取物的主要成分是多酚类物质，其中以窄单宁、异单宁和柄单宁为主要有效成分。还含有皂苷、黄酮类化合物、植物甾醇和若干精油成分。将番石榴叶的50%乙醇提取物按200mg/kg的量经口授于患有 型糖尿病的大鼠，血糖值有类似于给予胰岛素后的下降，显示有类似胰岛素的作用。







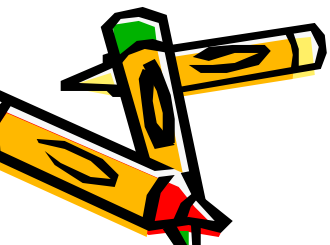
## 第六节 增强免疫力的功能性食品

本节要点:

免疫的基本概念

具有增强免疫力功能的物质

免疫是指机体接触“抗原性异物”或“异己成分”的一种特异性生理反应，它是机体在进化过程中获得的“识别自身、排斥异己”的一种重要生理功能。免疫系统对维持机体正常生理功能具有重要意义。与免疫有关的功能食品是指具有增强机体对疾病的抵抗力、抗感染、抗肿瘤功能以及维持自身生理平衡的食品。



# 一、概述

## (一) 免疫的基本概念

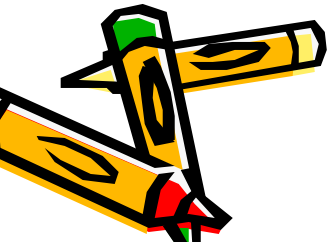
### 1、免疫系统

机体识别自我与非我的作用，通过免疫应答反应来排斥非我的异物，以维护自身稳定性的生物学功能即为免疫。机体的免疫系统就是通过这种对自我和非我物质的识别和应答，承担着三方面的基本功能：

免疫防护功能

免疫自稳功能

免疫监视功能



## 2、天然免疫与获得性免疫

机体的免疫功能：**天然免疫（非特异性免疫）**  
**获得性免疫（特异性免疫）。**

**非特异性免疫**：天然免疫是机体在长期进化过程中逐步形成的防御功能，如正常组织（皮肤、粘膜等）的屏障作用、正常体液的杀菌作用、单核巨噬细胞和粒细胞的吞噬作用、自然杀伤细胞的杀伤作用等天然免疫功能。

**获得性免疫**：指机体在个体发育过程中，与抗原异物接触后产生的防御功能。免疫细胞（主要是淋巴细胞）初次接触抗原异物时并不立即发生免疫效应，而是在高度分辨自我和非我的信号过程中被致敏，启动免疫应答，经抗原刺激后被刺激的免疫细胞分化增殖，逐渐发展为具有高度特异性功能的细胞和产生免疫效应的分子，随后再遇到同样的抗原异物时才发挥免疫防御功能。**这类免疫应答具有以下特点：特异性；异质性，记忆性，可转移性**

特异性免疫与非特异性免疫有着密切的关系。



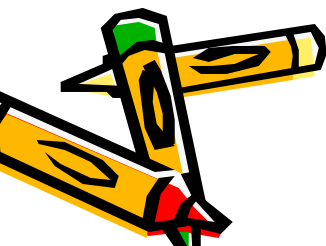


### 3、体液免疫和细胞免疫

特异性免疫包括**体液免疫**和**细胞免疫**两类。这两类特异性免疫功能相互协同、相互配合，在机体免疫功能中发挥着重要作用。

**特异性体液免疫**-----由B淋巴细胞对抗原异物刺激的应答，转变为浆细胞产生出特异性抗体，分布于体液中，可与相对应的抗原特异结合，发生中和解毒、凝集沉淀、使靶细胞裂解及调理吞噬等作用。

**特异性细胞免疫**-----由T淋巴细胞对抗原异物的应答，发展成为特异致敏的淋巴细胞并合成免疫效应因子，分布于全身各组织中，当该致敏的淋巴细胞再遇到同样的抗原异物时，该细胞与之高度选择性结合直接损伤或释放出各种免疫效应因子，毁损带抗原的细胞及抗原异物，达到防护的目的。



## (一)、免疫器官系统的组成

免疫系统是由免疫器官、免疫细胞和免疫分子组成。

### 1、免疫器官

免疫器官根据它们的作用，可分为**中枢免疫器官**和**周围免疫器官**。是免疫应答发生的场所。此外，粘膜免疫系统和皮肤免疫系统是重要的局部免疫组织。

### 2、免疫细胞

**免疫细胞**是泛指所有参与免疫应答或与免疫应答有关的细胞及其前身，包括**造血干细胞、淋巴细胞、单核-巨噬细胞及其他抗原细胞、粒细胞、红细胞、肥大细胞等**。在免疫细胞中，执行固有免疫功能的细胞有吞噬细胞、NK细胞（自然杀伤细胞）等；执行适应性免疫功能的是T及B淋巴细胞，各种免疫细胞均源于多能造血干细胞（HSC）。

### 3、免疫分子

免疫分子是由免疫细胞和非免疫细胞合成和分泌的分子，包括免疫球蛋白分子、补体分子、细胞因子及粘附分子等。



## (二)、免疫应答

### 1. 免疫应答的概念与过程

#### (1) 免疫应答的概念

抗原性物质进入机体后激发免疫细胞活化、分化和效应过程称之为免疫应答。

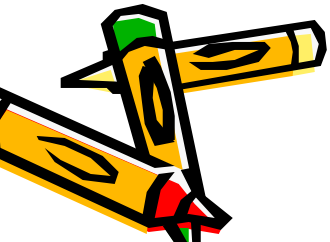
#### (2) 免疫应答的过程

过程包括：免疫细胞对抗原分子的识别过程；免疫细胞对抗原细胞的活化和分化过程；效应细胞和效应分子的排异作用。

### 2. B细胞介导的体液免疫

B细胞识别抗原而活化、增殖、分化为抗体形成细胞，通过其所分泌的特异性抗体而实现免疫效应的过程，称为特异性体液免疫应答。在此过程中，多数情况下还需有辅助性T细胞（TH）参与作用。

3. T细胞介导的细胞免疫特异性细胞免疫是由T细胞识别特异性抗原开始，并在效应阶段也是由T细胞参与的免疫应答过程。



#### (四)、营养与免疫

随着各种学科间的相互渗透，免疫学发展到食品科学和营养学研究的许多领域。

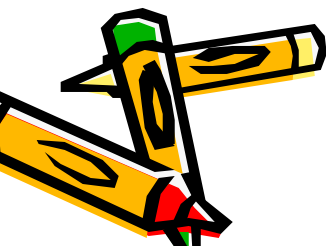
均衡营养关系到人体免疫系统行使其正常功能。当人们发现营养不良时，首先胸腺会发生严重萎缩性病变；紧接着就是脾脏，以下是肠系膜淋巴结，再下是颈淋巴结。免疫系统的组织形态学变化直接表现：胸腺和脾脏萎缩，肾上腺严重萎缩，肠壁变薄、绒毛倒伏，表现出免疫系统退化病变。免疫系统的异常会导致免疫应答的不健全。

低营养状态时吞噬作用减弱

营养不良患者细胞免疫功能降低。迟发型超敏反应丧失。

营养不良的婴儿体液免疫功能降低。

蛋白质缺乏会引起免疫功能紊乱，其他营养素缺乏同样会导致免疫活性降低。如维生素、微量元素等缺乏有不同程度的免疫失调。

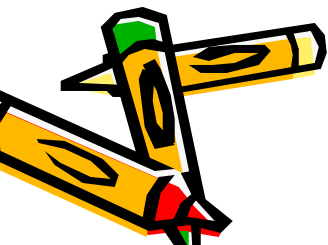


## 二 具有增强免疫力功能的物质

### (一)、营养强化剂

#### 1、蛋白质与免疫功能

蛋白质是机体免疫防御体系的“建筑原材料”，我们人体的各免疫器官以及血清中参与体液免疫的抗体、补体等重要活性物质(即可以抵御外来微生物及其他有害物质入侵的免疫分子)都主要由蛋白质参与构成。当人体出现蛋白质营养不良时，免疫器官(如胸腺、肝脏、脾脏、粘膜、白细胞等)的组织结构和功能均会受到不同程度的影响，特别是免疫器官和细胞免疫受损会更严重一些。

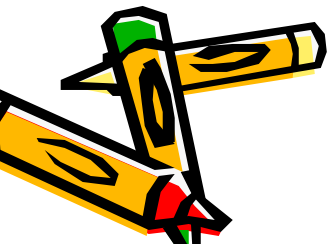


## 2、维生素与免疫功能

**维生素A：**一些研究结果表明，维生素A从多方面影响机体免疫系统的功能，包括对皮肤/粘膜局部免疫力的增强、提高机体细胞免疫的反应性以及促进机体对细菌、病毒、寄生虫等病原微生物产生特异性的抗体。

**维生素C：**维生素C是人体免疫系统所必需的维生素，它可以提高具有吞噬功能的白细胞的活性；还参与机体免疫活性物质(即抗体)的合成过程；还可以促进机体内产生干扰素(一种能够干扰病毒复制的活性物质)，因而被认为有抗病毒的作用。

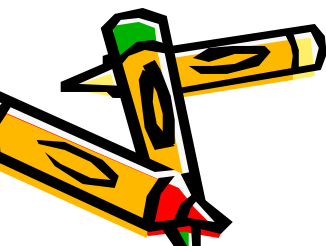
**维生素E：**众所周知，维生素E是一种重要的抗氧化剂，但它同时也是有效的免疫调节剂，能够促进机体免疫器官的发育和免疫细胞的分化，提高机体细胞免疫和体液免疫的功能。



### 3、微量元素与免疫功能

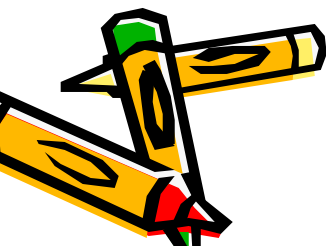
铁：铁作为人体必需的微量元素对机体免疫器官的发育、免疫细胞的形成以及细胞免疫中的免疫细胞的杀伤力均有影响。铁是较易缺乏的营养素、特别多见于儿童和孕妇、乳母等人群，尤其是婴幼儿与儿童的免疫系统发育还不完善，很易感染疾病，预防铁缺乏对这一人群有着十分重要的意义。

锌：锌是在免疫功能方面被关注和研究得最多的元素，它的缺乏对免疫系统的影响十分迅速和明显；且涉及的范围比较广泛(包括免疫器官的功能、细胞免疫、体液免疫等多方面)，所以应该注重对锌的摄取，维持机体免疫系统的正常发育和功能。



## (二)、免疫球蛋白

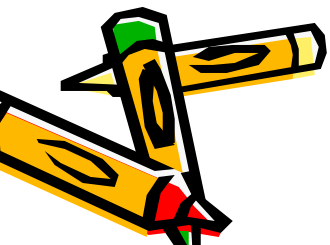
免疫球蛋白(Ig)是一类具有抗体活性或化学结构与抗体相似的球蛋白，普遍存在于哺乳动物的血液、组织液、淋巴液及外分泌液中。免疫球蛋白在动物体内具有重要的免疫和生理调节作用，是动物体内免疫系统最为关键的组成物质之一。有的免疫球蛋白存在于呼吸道、消化道和生殖道粘膜表面，能够防止发生局部感染；有的免疫球蛋白能够中和毒素和病毒；有的免疫球蛋白能够抵抗寄生虫感染。免疫球蛋白在19世纪末被首次发现后，它在医学实践中曾发挥了巨大作用，但对其在食品工业中应用的研究则是近十年的事情。20世纪90年代年美国公司陆续生产出了含活性免疫球蛋白的奶粉等，1998年新西兰健康食品有限公司的两种牛初乳粉和牛初乳片进入中国市场。近年来我国一些单位也加大了对免疫球蛋白作为功能性食品添加剂的研究与开发力度。





### (三)、免疫活性肽

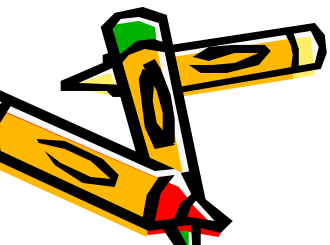
人乳或牛乳中的酪蛋白含有刺激免疫的生物活性肽，大豆蛋白和大米蛋白通过酶促反应，可产生具有免疫活性的肽。免疫活性肽能够增强机体免疫力，刺激机体淋巴细胞的增殖，增强巨嗜细胞的吞噬功能，提高机体抵御外界病原体感染的能力，降低机体发病率，并具有抗肿瘤功能。此外，抗菌肽、乳转铁蛋白Z、抗血栓转换酶抑制剂等生物活性肽也具有较强的免疫活性。随着研究的进一步深入，相信会有更多种类的免疫活性肽被人们发现并开发应用。由于免疫活性肽是短肽，稳定性强，所以，它不仅可以制成针剂，作为治疗免疫能力低下的药物，而且，可以作为有效成分添加到奶粉、饮料中，增强人体的免疫能力。



#### (四)、活性多糖

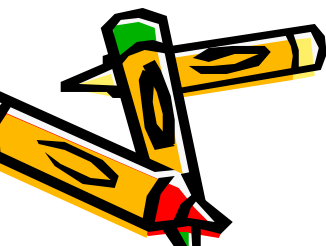
活性多糖是一种新型高效免疫调节剂，能显著提高巨噬细胞的吞噬能力，增强淋巴细胞（T、B淋巴细胞）的活性，起到抗炎、抗细菌、抗病毒感染、抑制肿瘤、抗衰老的作用。多糖主要分为植物多糖、动物多糖、菌类多糖、藻类多糖等几种。

1. 香菇多糖
2. 猴菇菌多糖。
3. 灵芝多糖
4. 猪苓多糖
5. 茯苓多糖(PPS)
6. 云芝多糖(PSK)
7. 黑木耳多糖(AA)
8. 银耳多糖(TF)
9. 人参多糖
10. 刺五加多糖
11. 黄芪多糖



## (五)、超氧化物歧化酶 (SOD)

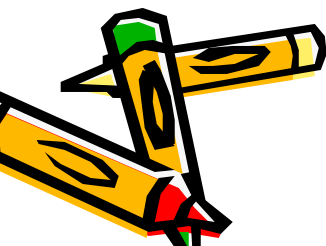
超氧化物歧化酶是一种广泛存在于动物、植物、微生物中的金属酶，能清除人体内过多的氧自由基，因而它能防御氧毒性，增强机体抗辐射损伤能力，防衰老，在一些肿瘤、炎症、自身免疫疾病等治疗中有良好疗效。



## (六)、双歧杆菌和乳酸菌

双歧杆菌具有增强免疫系统活性，激活巨噬细胞，使其分泌多种重要的细胞毒性效应分子。双歧杆菌能增强机体的非特异性和特异性免疫反应，提高NK细胞和巨噬细胞活性，提高局部或全身的抗感染和防御功能。

乳酸菌在肠道内可产生一种四聚酸，可杀死大批有害的、具有抗药性的细菌。乳酸菌菌体抗原及代谢物还通过刺激肠粘膜淋巴结，激发免疫活性细胞，产生特异性抗体和致敏淋巴细胞，调节机体的免疫应答，防止病原菌侵入和繁殖。还可以激活巨噬细胞，加强和促进吞噬作用。



### (七)、大蒜素

大蒜具有抗肿瘤作用，其抗肿瘤作用具有多种多样的机制，但大蒜素能显著提高机体的细胞免疫功能与其抗肿瘤作用有密切关系。大蒜素具有明显增强机体细胞免疫功能的作用。

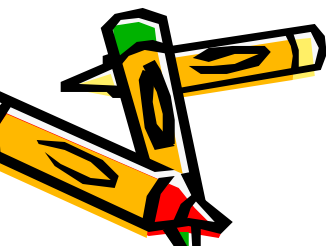
### (八)、茶多酚、皂甙

均具有较强的调节机体免疫功能的作用。功能性食品生产时，可作为调节机体免疫功能的原料除上述有效成份外，花粉、甲鱼、红枣、人参、绞股蓝、大豆蛋白、大枣、沙棘、枸杞、魔芋、银杏叶、莲子、黑芝麻、甘草、各种食用菌、蜂王浆、螺旋藻和阿胶等许多食品都可选择。

### (九)、生物制剂

具有免疫调节作用的生物活性物质，也称为生物反应调节剂。包括各种细胞因子、胸腺肽、转移因子、单克隆抗体及其交联物等。

- 1、各种细胞因子
- 2、胸腺肽



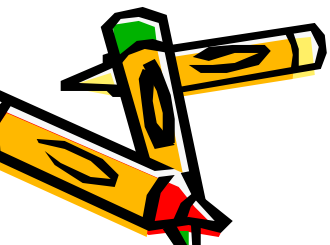
## 第六节 增强免疫力的功能性食品

本节要点:

免疫的基本概念

具有增强免疫力功能的物质

免疫是指机体接触“抗原性异物”或“异己成分”的一种特异性生理反应，它是机体在进化过程中获得的“识别自身、排斥异己”的一种重要生理功能。免疫系统对维持机体正常生理功能具有重要意义。与免疫有关的功能食品是指具有增强机体对疾病的抵抗力、抗感染、抗肿瘤功能以及维持自身生理平衡的食品。



# 一、概述

## (一) 免疫的基本概念

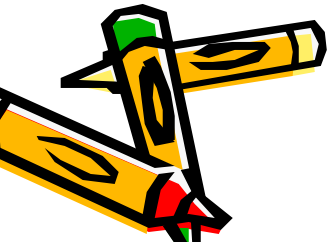
### 1、免疫系统

机体识别自我与非我的作用，通过免疫应答反应来排斥非我的异物，以维护自身稳定性的生物学功能即为免疫。机体的免疫系统就是通过这种对自我和非我物质的识别和应答，承担着三方面的基本功能：

免疫防护功能

免疫自稳功能

免疫监视功能



## 2、天然免疫与获得性免疫

机体的免疫功能：**天然免疫（非特异性免疫）**  
**获得性免疫（特异性免疫）。**

**非特异性免疫**：天然免疫是机体在长期进化过程中逐步形成的防御功能，如正常组织（皮肤、粘膜等）的屏障作用、正常体液的杀菌作用、单核巨噬细胞和粒细胞的吞噬作用、自然杀伤细胞的杀伤作用等天然免疫功能。

**获得性免疫**：指机体在个体发育过程中，与抗原异物接触后产生的防御功能。免疫细胞（主要是淋巴细胞）初次接触抗原异物时并不立即发生免疫效应，而是在高度分辨自我和非我的信号过程中被致敏，启动免疫应答，经抗原刺激后被刺激的免疫细胞分化增殖，逐渐发展为具有高度特异性功能的细胞和产生免疫效应的分子，随后再遇到同样的抗原异物时才发挥免疫防御功能。**这类免疫应答具有以下特点：特异性；异质性，记忆性，可转移性**

特异性免疫与非特异性免疫有着密切的关系。



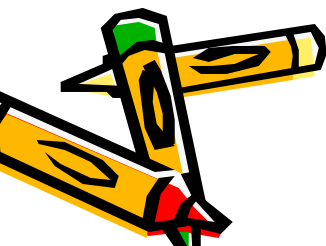


### 3、体液免疫和细胞免疫

特异性免疫包括**体液免疫**和**细胞免疫**两类。这两类特异性免疫功能相互协同、相互配合，在机体免疫功能中发挥着重要作用。

**特异性体液免疫**-----由B淋巴细胞对抗原异物刺激的应答，转变为浆细胞产生出特异性抗体，分布于体液中，可与相对应的抗原特异结合，发生中和解毒、凝集沉淀、使靶细胞裂解及调理吞噬等作用。

**特异性细胞免疫**-----由T淋巴细胞对抗原异物的应答，发展成为特异致敏的淋巴细胞并合成免疫效应因子，分布于全身各组织中，当该致敏的淋巴细胞再遇到同样的抗原异物时，该细胞与之高度选择性结合直接损伤或释放出各种免疫效应因子，毁损带抗原的细胞及抗原异物，达到防护的目的。



## (一)、免疫器官系统的组成

免疫系统是由免疫器官、免疫细胞和免疫分子组成。

### 1、免疫器官

免疫器官根据它们的作用，可分为**中枢免疫器官**和**周围免疫器官**。是免疫应答发生的场所。此外，粘膜免疫系统和皮肤免疫系统是重要的局部免疫组织。

### 2、免疫细胞

**免疫细胞**是泛指所有参与免疫应答或与免疫应答有关的细胞及其前身，包括**造血干细胞、淋巴细胞、单核-巨噬细胞及其他抗原细胞、粒细胞、红细胞、肥大细胞**等。在免疫细胞中，执行固有免疫功能的细胞有吞噬细胞、NK细胞（自然杀伤细胞）等；执行适应性免疫功能的是T及B淋巴细胞，各种免疫细胞均源于多能造血干细胞（HSC）。

### 3、免疫分子

免疫分子是由免疫细胞和非免疫细胞合成和分泌的分子，包括免疫球蛋白分子、补体分子、细胞因子及粘附分子等。



## (二)、免疫应答

### 1. 免疫应答的概念与过程

#### (1) 免疫应答的概念

抗原性物质进入机体后激发免疫细胞活化、分化和效应过程称之为免疫应答。

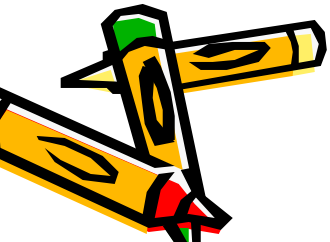
#### (2) 免疫应答的过程

过程包括：免疫细胞对抗原分子的识别过程；免疫细胞对抗原细胞的活化和分化过程；效应细胞和效应分子的排异作用。

### 2. B细胞介导的体液免疫

B细胞识别抗原而活化、增殖、分化为抗体形成细胞，通过其所分泌的特异性抗体而实现免疫效应的过程，称为特异性体液免疫应答。在此过程中，多数情况下还需有辅助性T细胞（TH）参与作用。

3. T细胞介导的细胞免疫特异性细胞免疫是由T细胞识别特异性抗原开始，并在效应阶段也是由T细胞参与的免疫应答过程。



#### (四)、营养与免疫

随着各种学科间的相互渗透，免疫学发展到食品科学和营养学研究的许多领域。

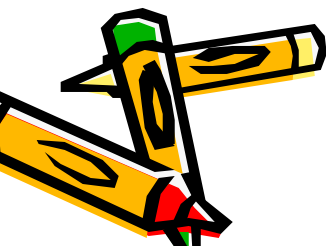
均衡营养关系到人体免疫系统行使其正常功能。当人们发现营养不良时，首先胸腺会发生严重萎缩性病变；紧接着就是脾脏，以下是肠系膜淋巴结，再下是颈淋巴结。免疫系统的组织形态学变化直接表现：胸腺和脾脏萎缩，肾上腺严重萎缩，肠壁变薄、绒毛倒伏，表现出免疫系统退化病变。免疫系统的异常会导致免疫应答的不健全。

低营养状态时吞噬作用减弱

营养不良患者细胞免疫功能降低。迟发型超敏反应丧失。

营养不良的婴儿体液免疫功能降低。

蛋白质缺乏会引起免疫功能紊乱，其他营养素缺乏同样会导致免疫活性降低。如维生素、微量元素等缺乏有不同程度的免疫失调。

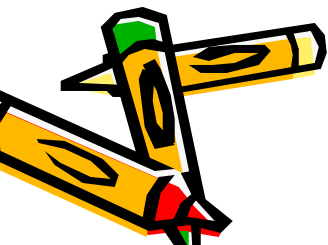


## 二 具有增强免疫力功能的物质

### (一)、营养强化剂

#### 1、蛋白质与免疫功能

蛋白质是机体免疫防御体系的“建筑原材料”，我们人体的各免疫器官以及血清中参与体液免疫的抗体、补体等重要活性物质(即可以抵御外来微生物及其他有害物质入侵的免疫分子)都主要由蛋白质参与构成。当人体出现蛋白质营养不良时，免疫器官(如胸腺、肝脏、脾脏、粘膜、白细胞等)的组织结构和功能均会受到不同程度的影响，特别是免疫器官和细胞免疫受损会更严重一些。

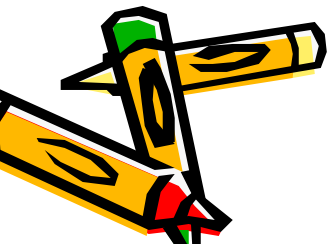


## 2、维生素与免疫功能

**维生素A：**一些研究结果表明，维生素A从多方面影响机体免疫系统的功能，包括对皮肤/粘膜局部免疫力的增强、提高机体细胞免疫的反应性以及促进机体对细菌、病毒、寄生虫等病原微生物产生特异性的抗体。

**维生素C：**维生素C是人体免疫系统所必需的维生素，它可以提高具有吞噬功能的白细胞的活性；还参与机体免疫活性物质(即抗体)的合成过程；还可以促进机体内产生干扰素(一种能够干扰病毒复制的活性物质)，因而被认为有抗病毒的作用。

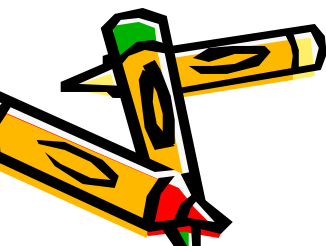
**维生素E：**众所周知，维生素E是一种重要的抗氧化剂，但它同时也是有效的免疫调节剂，能够促进机体免疫器官的发育和免疫细胞的分化，提高机体细胞免疫和体液免疫的功能。



### 3、微量元素与免疫功能

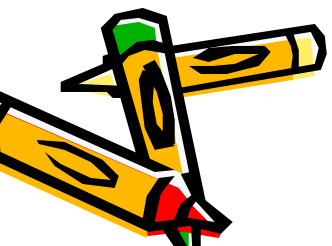
铁：铁作为人体必需的微量元素对机体免疫器官的发育、免疫细胞的形成以及细胞免疫中的免疫细胞的杀伤力均有影响。铁是较易缺乏的营养素、特别多见于儿童和孕妇、乳母等人群，尤其是婴幼儿与儿童的免疫系统发育还不完善，很易感染疾病，预防铁缺乏对这一人群有着十分重要的意义。

锌：锌是在免疫功能方面被关注和研究得最多的元素，它的缺乏对免疫系统的影响十分迅速和明显；且涉及的范围比较广泛(包括免疫器官的功能、细胞免疫、体液免疫等多方面)，所以应该注重对锌的摄取，维持机体免疫系统的正常发育和功能。



## (二)、免疫球蛋白

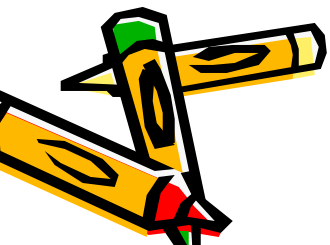
免疫球蛋白(Ig)是一类具有抗体活性或化学结构与抗体相似的球蛋白，普遍存在于哺乳动物的血液、组织液、淋巴液及外分泌液中。免疫球蛋白在动物体内具有重要的免疫和生理调节作用，是动物体内免疫系统最为关键的组成物质之一。有的免疫球蛋白存在于呼吸道、消化道和生殖道粘膜表面，能够防止发生局部感染；有的免疫球蛋白能够中和毒素和病毒；有的免疫球蛋白能够抵抗寄生虫感染。免疫球蛋白在19世纪末被首次发现后，它在医学实践中曾发挥了巨大作用，但对其在食品工业中应用的研究则是近十年的事情。20世纪90年代年美国公司陆续生产出了含活性免疫球蛋白的奶粉等，1998年新西兰健康食品有限公司的两种牛初乳粉和牛初乳片进入中国市场。近年来我国一些单位也加大了对免疫球蛋白作为功能性食品添加剂的研究与开发力度。





### (三)、免疫活性肽

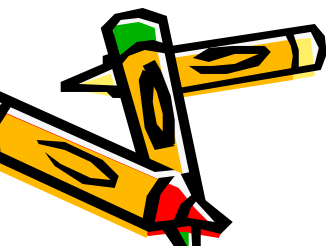
人乳或牛乳中的酪蛋白含有刺激免疫的生物活性肽，大豆蛋白和大米蛋白通过酶促反应，可产生具有免疫活性的肽。免疫活性肽能够增强机体免疫力，刺激机体淋巴细胞的增殖，增强巨嗜细胞的吞噬功能，提高机体抵御外界病原体感染的能力，降低机体发病率，并具有抗肿瘤功能。此外，抗菌肽、乳转铁蛋白Z、抗血栓转换酶抑制剂等生物活性肽也具有较强的免疫活性。随着研究的进一步深入，相信会有更多种类的免疫活性肽被人们发现并开发应用。由于免疫活性肽是短肽，稳定性强，所以，它不仅可以制成针剂，作为治疗免疫能力低下的药物，而且，可以作为有效成分添加到奶粉、饮料中，增强人体的免疫能力。



#### (四)、活性多糖

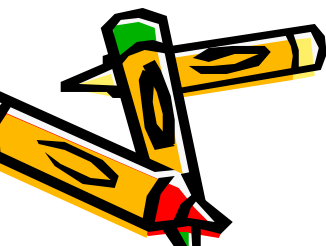
活性多糖是一种新型高效免疫调节剂，能显著提高巨噬细胞的吞噬能力，增强淋巴细胞（T、B淋巴细胞）的活性，起到抗炎、抗细菌、抗病毒感染、抑制肿瘤、抗衰老的作用。多糖主要分为植物多糖、动物多糖、菌类多糖、藻类多糖等几种。

1. 香菇多糖
2. 猴菇菌多糖。
3. 灵芝多糖
4. 猪苓多糖
5. 茯苓多糖(PPS)
6. 云芝多糖(PSK)
7. 黑木耳多糖(AA)
8. 银耳多糖(TF)
9. 人参多糖
10. 刺五加多糖
11. 黄芪多糖



## (五)、超氧化物歧化酶 (SOD)

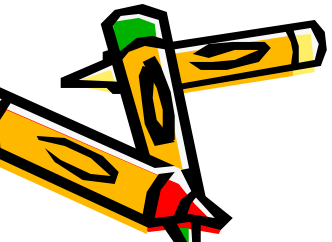
超氧化物歧化酶是一种广泛存在于动物、植物、微生物中的金属酶，能清除人体内过多的氧自由基，因而它能防御氧毒性，增强机体抗辐射损伤能力，防衰老，在一些肿瘤、炎症、自身免疫疾病等治疗中有良好疗效。



## (六)、双歧杆菌和乳酸菌

双歧杆菌具有增强免疫系统活性，激活巨噬细胞，使其分泌多种重要的细胞毒性效应分子。双歧杆菌能增强机体的非特异性和特异性免疫反应，提高NK细胞和巨噬细胞活性，提高局部或全身的抗感染和防御功能。

乳酸菌在肠道内可产生一种四聚酸，可杀死大批有害的、具有抗药性的细菌。乳酸菌菌体抗原及代谢物还通过刺激肠粘膜淋巴结，激发免疫活性细胞，产生特异性抗体和致敏淋巴细胞，调节机体的免疫应答，防止病原菌侵入和繁殖。还可以激活巨噬细胞，加强和促进吞噬作用。



### (七)、大蒜素

大蒜具有抗肿瘤作用，其抗肿瘤作用具有多种多样的机制，但大蒜素能显著提高机体的细胞免疫功能与其抗肿瘤作用有密切关系。大蒜素具有明显增强机体细胞免疫功能的作用。

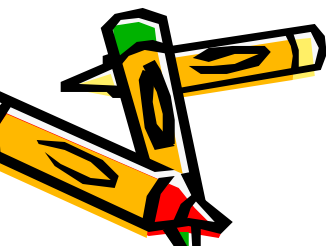
### (八)、茶多酚、皂甙

均具有较强的调节机体免疫功能的作用。功能性食品生产时，可作为调节机体免疫功能的原料除上述有效成份外，花粉、甲鱼、红枣、人参、绞股蓝、大豆蛋白、大枣、沙棘、枸杞、魔芋、银杏叶、莲子、黑芝麻、甘草、各种食用菌、蜂王浆、螺旋藻和阿胶等许多食品都可选择。

### (九)、生物制剂

具有免疫调节作用的生物活性物质，也称为生物反应调节剂。包括各种细胞因子、胸腺肽、转移因子、单克隆抗体及其交联物等。

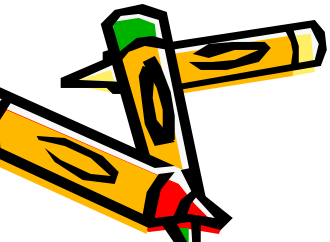
- 1、各种细胞因子
- 2、胸腺肽



# 第七节 调节肠道菌群的功能性食品


## 本节要点

- 1.肠道主要有益菌及其作用
- 2.具有调节肠道菌群功能的物质



# 一、概述

人体和动植物体一样，按生态学（ecology）规律在一定的生态环境（ecological environment）中生活

A hand holding a pencil is shown pointing towards a stylized globe of the Earth. The globe is colored with blue oceans and green continents. A callout box with a blue background and a white border points from the hand to the globe. The text inside the callout box is red.

机体与机体内定居的微生物群之间的关系---内生态学或微观生态学（microecology）

A hand holding a pencil is shown pointing towards a stylized globe of the Earth. The globe is colored with blue oceans and green continents. A callout box with a yellow background and a black border points from the hand to the globe. The text inside the callout box is red.

机体与机体外环境生态--外生物生态学或宏观生态学macroecology

- (一)、肠道微生物

- 1. 肠道微生物简介

- 在长期的进化过程中，宿主与其体内寄生的微生物之间，形成了相互依存互相制约的最佳生理状态，双方保持着物质、能量和信息的流转，因而机体携带的微生物与其自身的生理、营养、消化、吸收、免疫及生物拮抗等有密切关系。

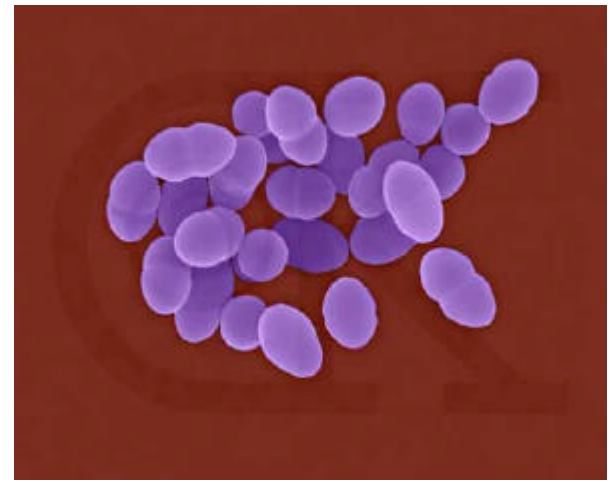
- 在人体微生物生态系统中，肠道微生物是主要的，最活跃的，一般情况下也是对人体健康有更加显著影响的。






## 2.人体肠道菌群及其构成

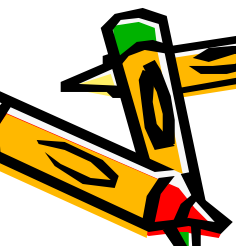
人类肠道菌群约有100余种菌属，400余种，菌数约为 $10^{12}$ ~ $10^{13}$ 个/g粪便，其中以厌氧和兼性厌氧菌为主，需氧菌比较少。形态上有拟杆菌、球菌、拟球菌和梭菌。这些细菌产生各种酶，起着对人体有益、无关和有害的作用，

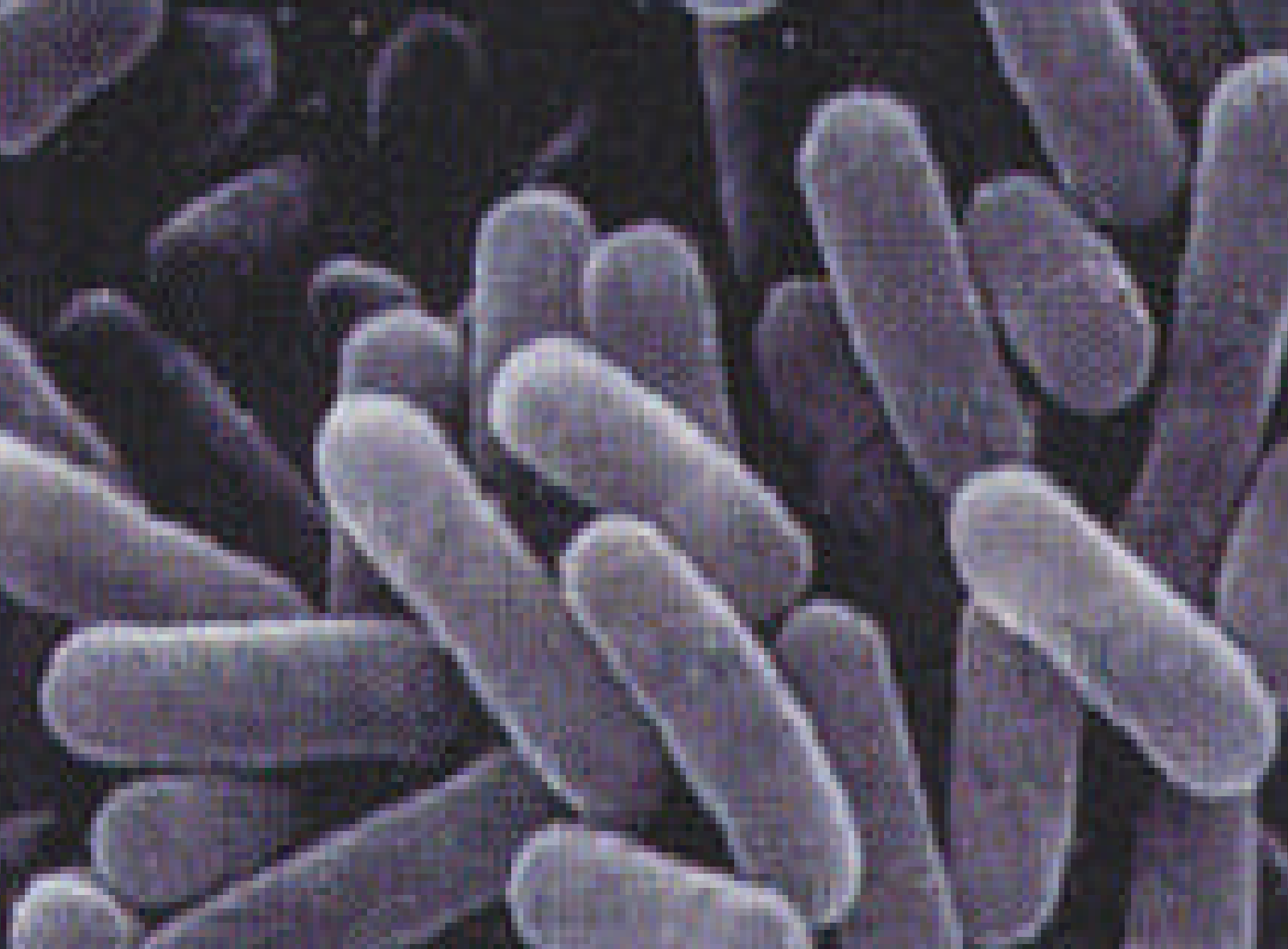


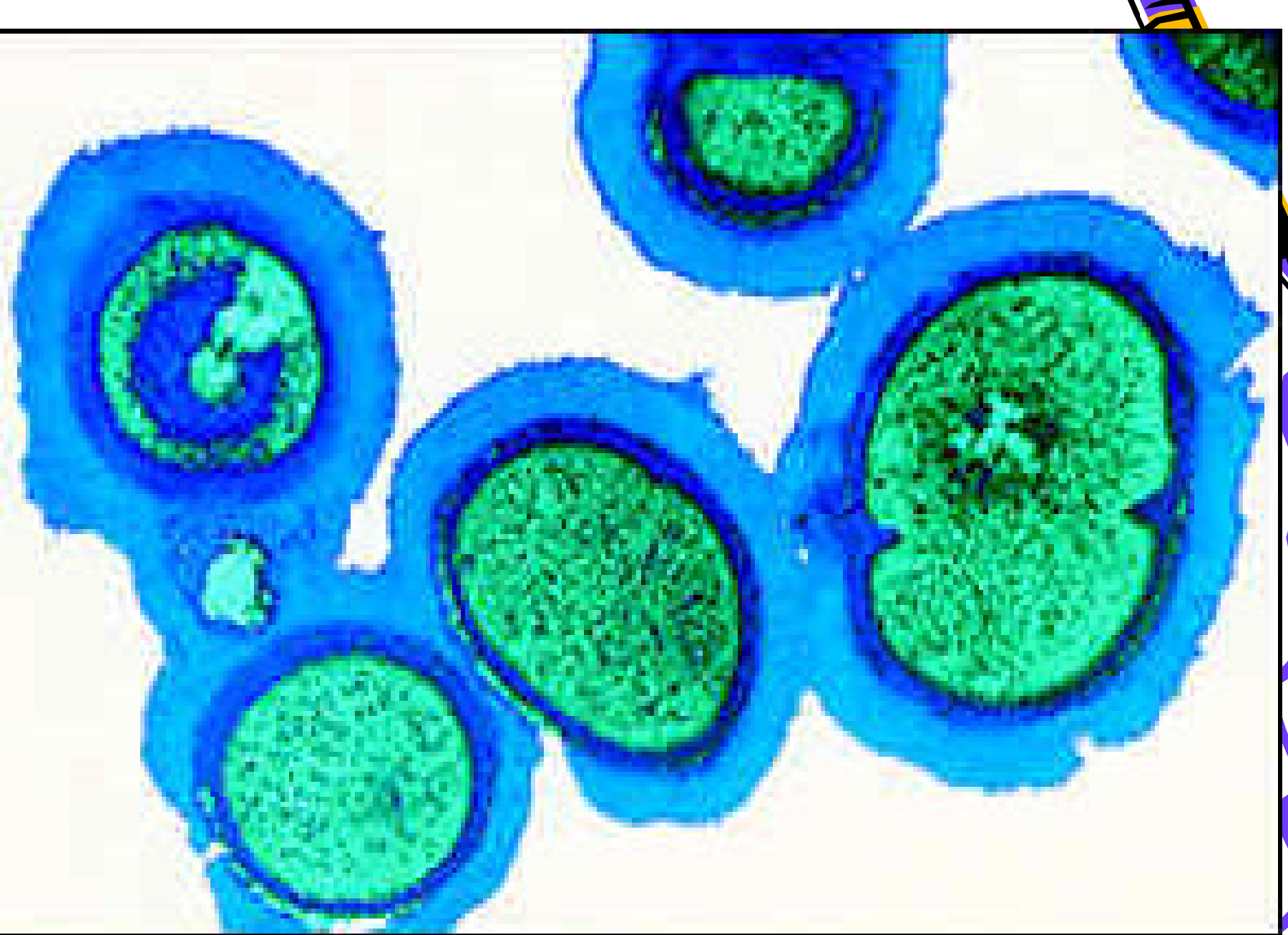


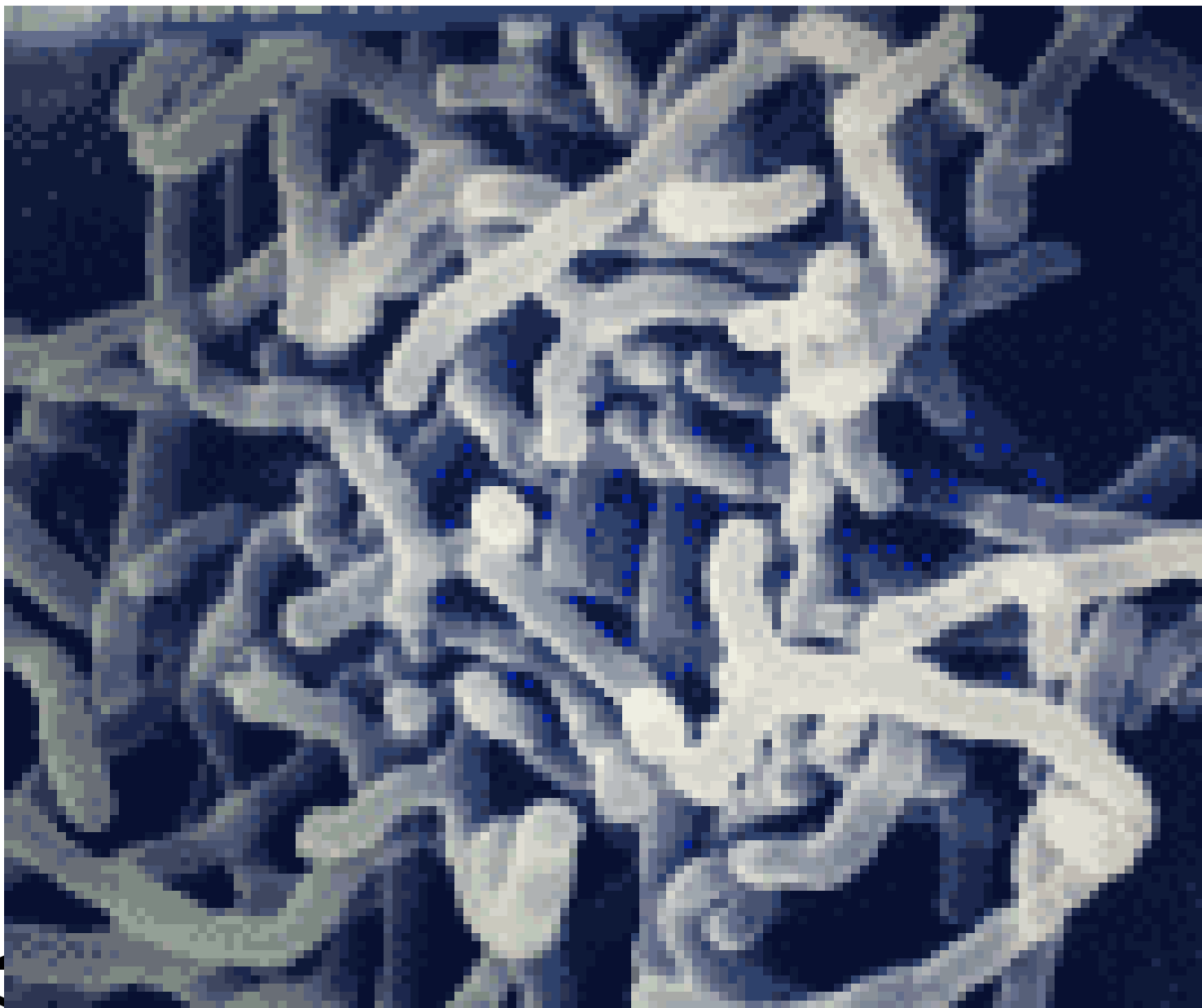
婴儿在出生之前的肠道是无菌的。在出生同时，各种菌开始在婴儿的肠道内繁殖。最初是大肠菌和肠球菌、梭菌占主体，出生后5天左右，双歧杆菌开始占优势。在婴儿期双歧杆菌保持者绝对优势的状态，母乳喂养儿之所以抗病力强，其理由之一即为肠道内双歧杆菌占绝对优势而起到防御感染的作用。

在婴幼儿期占绝对优势的双歧杆菌从断奶开始直到成年期渐渐显示出减少的趋势，类杆菌真细菌等成年人型菌逐渐占有优势。到了中老年以后，双歧杆菌进一步减少，有害菌在进一步增加。因此，对中老年人，增加肠道内双歧杆菌和乳杆菌，对人体健康将十分有利。











## (二)、肠道主要有益菌及其作用

双歧杆菌与乳杆菌是人肠道中有益菌的代表，主要是降低肠道pH，抑制韦永氏球菌、梭菌等腐败菌的增殖，减少腐败物质产生，同时也因pH下降而对病原菌的生存与增殖很不利。

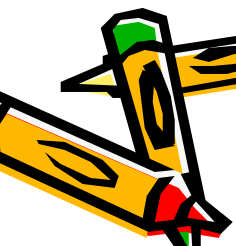
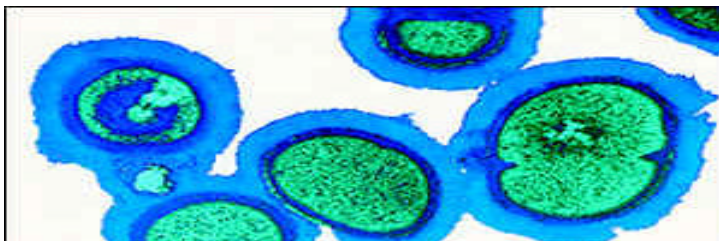
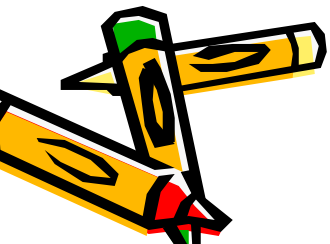


表 16-1 肠道菌群中主要细菌的作用

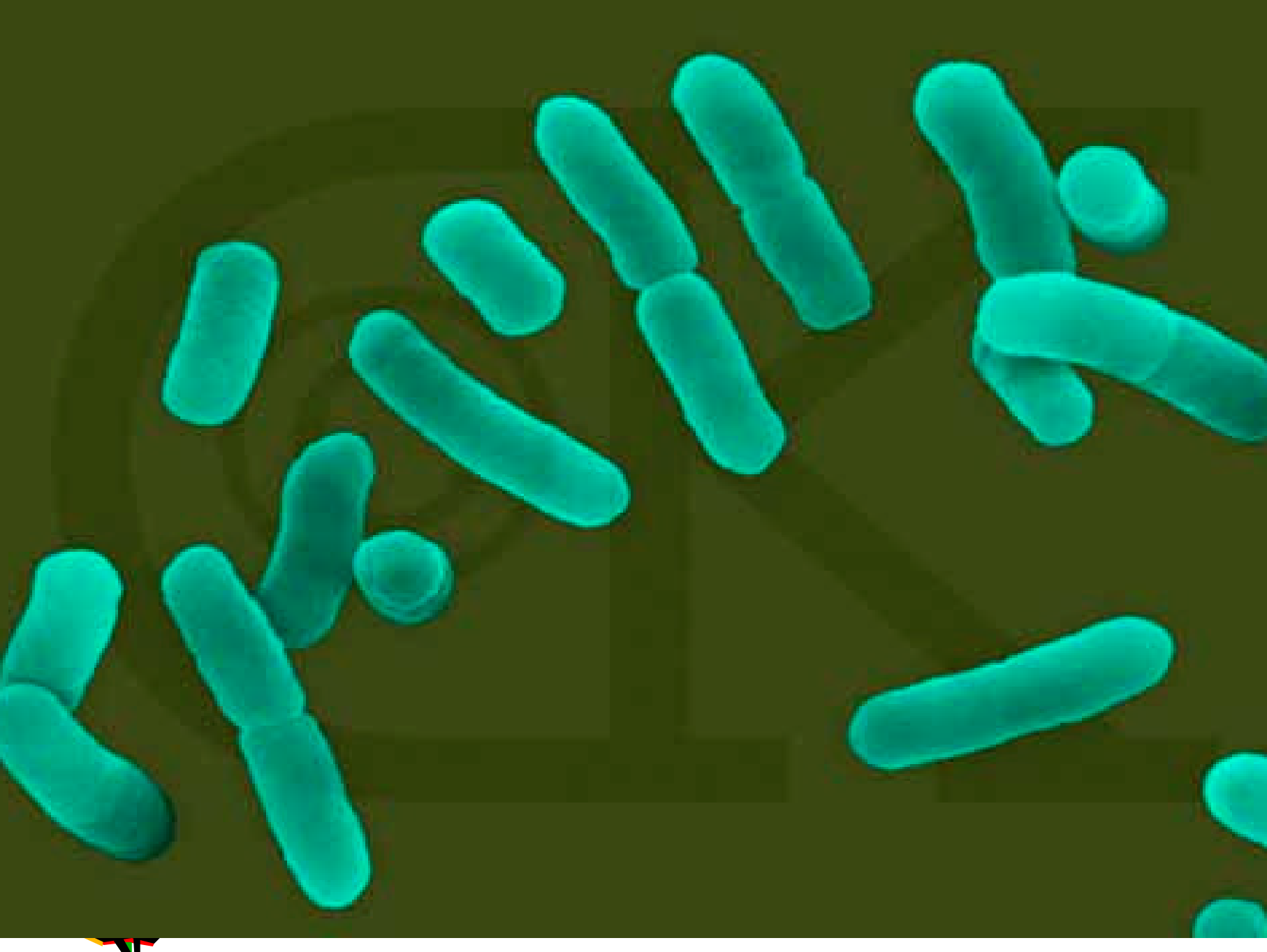
有益作用	肠道菌	有害作用	肠道菌
免疫调节	大肠埃希菌 乳杆菌 真杆菌 双歧杆菌 拟杆菌	腹泻与便秘、致病性感染、肝、脑损害与致肿瘤	绿脓假单胞菌 变形杆菌 葡萄球菌 梭杆菌 肠球菌 大肠埃希菌 链球菌 真杆菌 拟杆菌
助消化、促吸收与延缓衰老	乳杆菌 双歧杆菌 拟杆菌		
抑制外来菌与病原菌的生长	肠球菌 乳杆菌 链球菌 真杆菌 双歧杆菌	产生腐败产物	拟杆菌
		产生致癌物	大肠埃希菌 链球菌 拟杆菌
合成维生素与分解腐败产物			



## 1. 乳杆菌 (Lactobacillus)

乳杆菌是人们认识最早、也是研究较多的肠道有益菌。最常见的应用例是从20世纪20年代就开始生产饮用的用人工培养的嗜酸乳杆菌及其接种培养的发酵乳和酸乳，用以纠正便秘及其他肠道疾病。





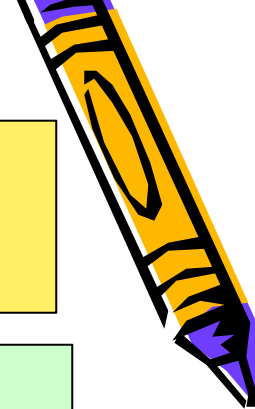
# 生物学功能：

(1) 抑制病原菌和调整正常肠道菌群：嗜酸乳杆菌对肠道某些致具有明显的抑制作用。

(2) 抗癌与提高免疫能力： 激活胃肠免疫系统，提高自然杀伤（N K）细胞活性； 同化食物与内源性和肠道菌群所产生的致癌物； 减少  $\alpha$ -葡萄糖苷酶、 $\beta$ -葡萄糖醛酸酶、硝基还原酶、偶氮基还原酶的活性，这些被认为与致癌有关； 分解胆汁酸。

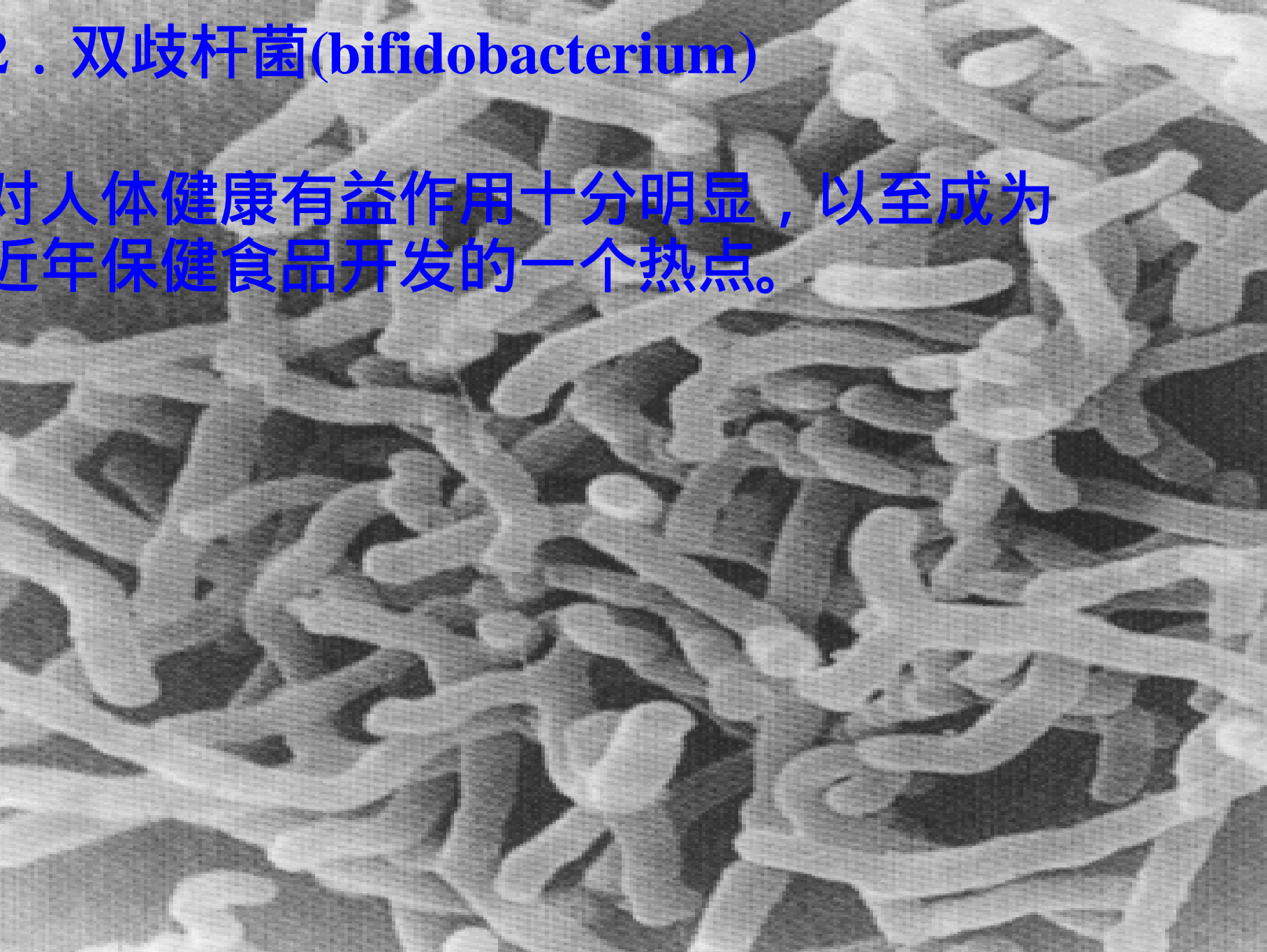
(3) 调节血脂：该菌能减低高脂人群的血清胆固醇水平，而对正常人群则无降脂作用。其解释机制为，对内源性代谢的调节与利用和使短链脂肪酸加速代谢。


(4) 乳杆菌促进乳糖代谢：乳杆菌可分解乳糖，加速其代谢。



## 2. 双歧杆菌(bifidobacterium)

对人体健康有益作用十分明显，以至成为近年保健食品开发的一个热点。



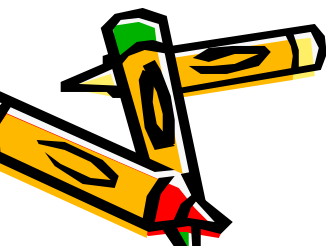



(1) 抑制肠道致病菌:1994年G. R. Gibson曾以双歧杆菌属5种菌种对8种病原菌作平板扩散法抗菌敏感性试验,结果所有双歧杆菌菌种均显示出较显著的抑菌作用。

(2) 抗腹泻与防便秘:双歧杆菌的重要生理作用之一是通过阻止外袭菌或病原菌的定植以维持良好的肠道菌群状态,从而呈现出既纠正腹泻又防止便秘的双向调节功能。

otta等证明,双歧杆菌制剂对儿童菌群失调性腹泻具有显著的疗效,国内外许多保健食品的开发应用,都显示它对肠道功能的双向调节作用。

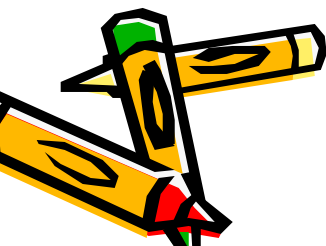
便秘是中老年人群的一大顽症,大量的文献报告,无论是口服活菌制剂,还是服用双歧杆菌,都能降低肠道pH,改善肠道菌群构成,而迅速地解除便秘。



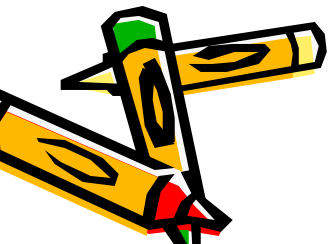


(3) 免疫调节与抗肿瘤：双歧杆菌的免疫调节主要表现为增加肠道IgA的水平。另一方面，双歧杆菌的全细胞或细胞壁成分能作为免疫调节剂，强化或促进对恶性肿瘤细胞的免疫性攻击作用。双歧杆菌还有对轮状病毒的拮抗性，与其他肠道菌的协同性屏障作用以及对单核吞噬细胞系统的激活作用。

(4) 调节血脂：双歧杆菌的调节血脂作用已有不少文献报告。以雄性Wistar大鼠添加10%~15%双歧杆菌因子（低聚糖）、历时3~4个月的试验表明，在不改变体重前提下，呈现出显著地降血脂作用。

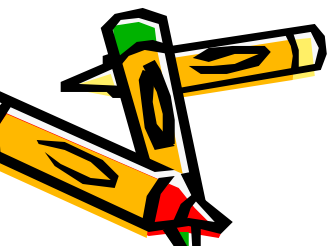


(5) 合成维生素和分解腐败物：除青春双歧杆菌外，其他各种杆菌均能合成大部分B族维生素，其中长双歧杆菌合成B2和B6的作用尤为显著。双歧杆菌分泌的许多生理性酶是分解腐败产物和致癌物的基础，如酪蛋白磷酸酶、溶菌酶、乳酸脱氢酶、果糖-6-磷酸酮酶、半乳糖苷酶、半乳糖苷酶、-葡萄糖苷酶、结合胆汁酸水解酶等。



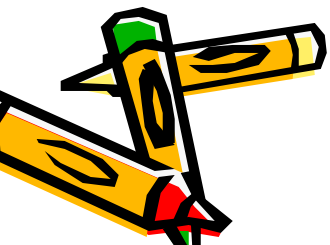
### (三)、肠道菌群失调

肠道菌群栖息在人体肠道的共同环境中，保持一种微观生态平衡。如果由于机体内外各种原因，导致这种平衡的破坏，某种或某些菌种过多或过少，外来的致病菌或过路菌的定植或增殖，或者某些肠道菌向肠道外其他部位转移，即称为肠道菌群失调 (enteric dysbacteriosis) 引起肠道菌群失调的原因较多，如婴幼儿喂养不当、营养不良、中老年年老体弱；肠道与其他系统急慢性疾病、长期使用抗生素、激素、抗肿瘤药、放疗或化疗等，均可引起肠道菌群失调。



肠道菌群失调表现：

腐败菌显著增多、双歧杆菌与乳杆菌减少---常见于中老年人，大多数情况下无临床症状，甚至可以认为不是异常现象，但可有消化吸收功能与食欲不佳、腹胀、产气、便秘等一般不适反映，这是改善肠道菌群功能食品最为适用的人群。





肠道菌群的比例失调---按比例失调程度分为3度：

1度由于某种食物或药物引起轻微短期的大肠杆菌与肠球菌减少，原因去除后即可恢复。

2度为正常肠道菌显著减少，过路菌增多，可引起肠道异常发酵及各种肠炎，如各种致病菌引起的食物中毒及消化道传染病；白色念珠菌、放线菌、隐球菌、毛霉菌引起的真菌性肠炎。

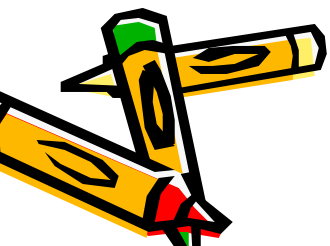
3度为肠道正常菌被抑制，而由过路菌所代替，如由服用抗生素引起的难辨梭状芽孢杆菌引起的伪膜性肠炎等。

## (四)、肠道微生物生态的调整

近年来人们不论是在理论上或应用上都十分重视肠道微生物生态，并力求使其向有益于人体健康方向调整。调整的措施可归纳为二大方面：

一般性调整措施；

利用有益活菌制剂及其增殖促进因子利用有益的活菌制剂及其促进增殖制剂；



## 1.一般性调整措施

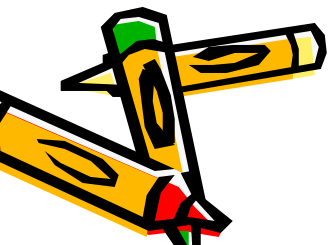
(1) 强调婴儿的母乳喂养。母乳喂养儿肠道中的双歧杆菌占肠道菌群的比例远远高于人工喂养儿；

(2) 膳食结构合理化，尤其是保持乳品在膳食构成上的适宜比例，由于乳品能提供乳糖、降低肠道pH及其他原因，而有利于乳杆菌、双歧杆菌等有益菌的增殖并有效地抑制腐败菌与致病菌；

(3) 适当控制抗生素一类制菌药物的应用，长期应用是造成肠道菌群失调的重要原因之一；

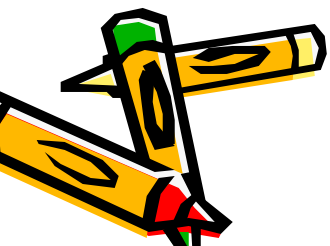


2.利用有益活菌制剂及其增殖促进因子利用有益的活菌制剂及其促进增殖制剂，保证或调整有益的肠道菌群构成，从而收到特定的健康利益，是当前国内外保健食品开发有效的、重要的领域。



### 三、具有调节肠道菌群功能的物质

国内外研究开发的具有调节肠道菌群功能的物质主要是两种：

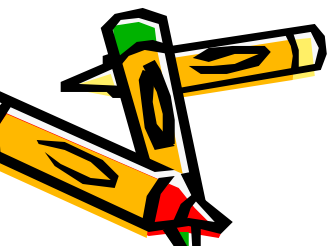



## (一)、有益活菌制剂

通称probiotics，主要是以双歧杆菌和各种乳杆菌为主，也有其他细菌。商品名称很多，如以双歧杆菌为有效菌的贝菲得、回春生、双歧王、金双歧、丽株肠乐；以乳杆菌或乳杆菌与双歧杆菌为有效菌种的有昂立1号、三株、裴菲康等；也有以需氧菌为主的活菌制剂，利用其耗氧特点，在肠道内形成厌氧环境，从而有利于占肠道菌群绝大部分的厌氧菌与兼性厌氧菌的生长，而保持肠道菌群的正常构成。有以蜡样芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌等为活性菌的促菌生、整肠生等制剂。

## (二)、有益菌增殖促进剂

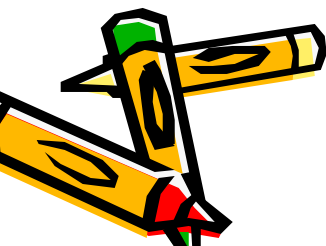
这类物质称为prebiotics，有人译为有益菌促生物，针对双歧杆菌的有人称为双歧因子(bifidus foctor)等。通过这类物质使机体自身的生理性固有的菌增殖，形成以有益菌占优势的肠道生态环境。这种物质的研究起源于Gyorgy发现母乳中含有双歧杆菌增殖因子，后来又观察到母乳喂养儿与非母乳喂养儿肠内双歧杆菌的数量有明显差异，且后者的抵抗力不如前者。





近年来，日本、欧美各国对促进有益菌增殖物质的研究与开发集中于一些低聚糖类。低聚糖（Oligosaccharide）是指2~10个单糖以糖苷键连接起来的糖类总称。有这种功能的低聚糖能被双歧杆菌、乳杆菌等有益菌选择性利用，但在人消化道内因没有此类糖的水解酶故不能消化吸收，因而又称之为“不能利用的碳水化合物”

（Unavailable saccharides）或“双歧杆菌增殖因子”（Bifidus factor）。能促进有益菌的增殖；能有效改善肠道菌群构成；有改善宿主肠道功能的作用。





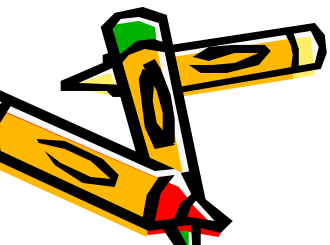
(三)、有益菌及其增殖因子的综合制剂  
此类制剂国外称为Synbiotics，汉语暂无统一公认的名称。鉴于双歧杆菌与乳杆菌在制剂形式、保存与人服用后均有许多不稳定因素，所以人们主张将这类有益菌与增殖促进剂并用。在改善肠道菌群构成和降低肠道pH与缓解便秘上的功效却是明显的，可靠的。尽管其中有益的菌不多，甚至极少，仍然在改善这类肠道功能上，效果卓著。所以当前在这类保健食品的开发上，这种有益菌及其增殖因子并用的产品是值得推广的。



# 第八节改善睡眠的功能性食品

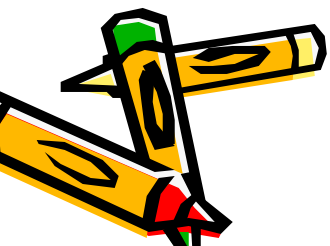
## 本节要点

- 1、睡眠的功能
- 2、具有改善睡眠的物质

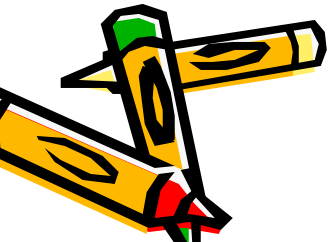


# 一、概述

睡眠对人体非常重要，一个人一生中大约有一三分之一的时间是在睡眠中度过。通过睡眠，可以消除疲劳，恢复精力，提高工作效率与学习效果。



1906年巴黎大学的R. Legendre和H. Pieron发表了睡眠过程中分解毒素的论述。1970年瑞士的M. Monnier发现睡眠的诱发物质，一种由脑组织分泌的激素。1984年美国哈佛大学的J. R. Pappenheimer在人尿中发现睡眠诱导物质胞壁质肽，这种物质由哺乳动物的脑部产生，它一方面有发热性，同时具有增强免疫能力的作用，因而提出睡眠是一种免疫过程的学说开发安全有效的改善睡眠的功能性食品具有重要意义。



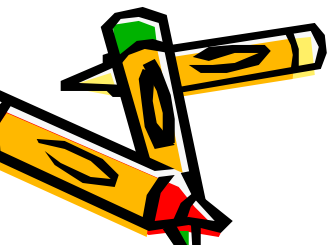
# (一)、睡眠的功能

1. 睡眠可以让人体获得充分休息，恢复体力和精力，使睡眠后保持良好的觉醒状态。与觉醒对比，人体睡眠时许多生理功能发生了变化。一般表现为以下几个方面：

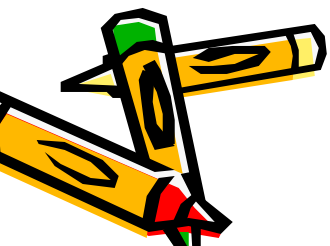
(1) 嗅、视、听、触等感觉功能减退；

(2) 骨骼肌反射运动和肌肉紧张减弱；

(3) 伴有一系列植物性功能的变化。例如，心脏跳动减缓、血压降低、瞳孔缩小、发汗功能增强、肌肉处于完全放松状态、基础代谢率下降10%~20%。



2.睡眠具有产生新细胞，保持能量，修复自身的作用。睡眠不足将导致抵抗力下降。

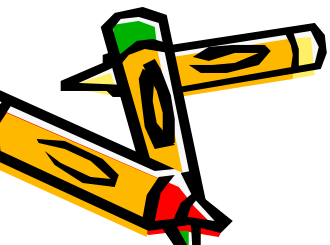


## (二)、睡眠的节律

- 生物的节律是普遍存在的。当波动的周期接近地球自转的周期时，称为昼夜节律。这一节律通常是自我维持和不被衰减的，是生物体固有的和内在的本质-----称之为“生物钟”。当生物钟自由进行时，昼夜节律是相当准确的，在很大范围内，昼夜节律几乎不受温度影响，对化学物质也不敏感，但它们对光却很敏感。对人体而言，维持睡眠、觉醒周期的正常是非常重要的。一旦这些周期遭到破坏，就造成严重的睡眠障碍。
- 睡眠期延迟症候群的睡眠障碍，其昼夜性节律较迟缓，患者无法在正常的时间入睡。



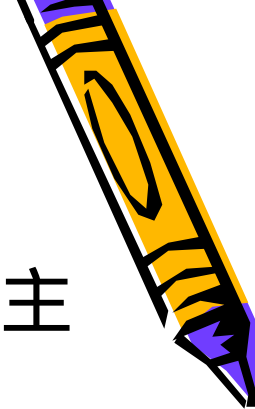
- 另一种睡眠障碍就是睡眠期提前症候群，患者在晚上8点就开始有睡意，却在凌晨一、二点觉醒过来，很多老年人都有这种困扰。
- 还有一种称为非24h睡眠、觉醒周期的睡眠障碍，患者最明显的症状便是清醒及睡眠的时间过长，他们的循环周期甚至可达50h。利用时间疗法即用光线来改善昼夜性节律，可帮助上述患者恢复正常的睡眠模式。





## (三)、睡眠的产生

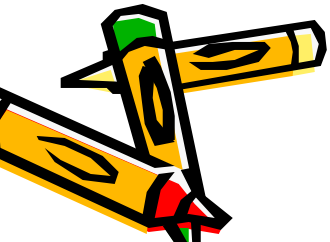
- 一般认为睡眠是中枢神经系统内产生的一种主动过程，与中枢神经系统内某些特定结构有关，也与某些递质的作用有关。中枢递质的研究表明，调节睡眠与觉醒的神经结构活动，都是与中枢递质的动态变化密切相关的。其中5-羟色胺与诱导并维持睡眠有关，而去甲肾上腺素则与觉醒的维持有关。睡眠使身体得到休息，在睡眠时，机体基本上阻断了与周围环境的联系，身体许多系统的活动在睡眠时都会慢慢下降，但此时机体内清除受损细胞、制造新细胞、修复自身的活动并不减弱。



- 睡眠时，人体血液中免疫细胞显著增加，尤其是淋巴细胞。
- 失眠是最常见、最普通的一种睡眠紊乱。失眠者要么入睡困难、易醒或早醒，要么睡眠质量低下，睡眠时间明显减少，或几项兼而有之。短期失眠可使人显得憔悴，经常失眠使人加快衰老，严重的失眠常伴有精神低落、感情脆弱、性格孤僻等一系列病态反应。使大脑兴奋与抑制的正常节律被打乱，出现神经系统的功能疾病——神经衰弱，直接影响失眠者的身心健康。



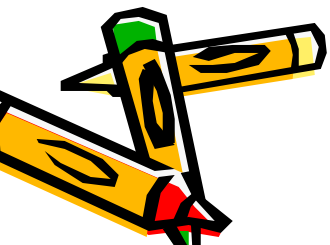
- 睡眠十分重要，但也不是睡眠时间越多越长越好。睡眠过多，可使身体活动减少，未被利用的多余脂肪积存在体内，因而诱发动脉硬化等危险病症。



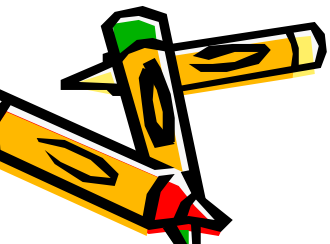
# 三、具有改善睡眠功能的物质

## (一)、褪黑激素

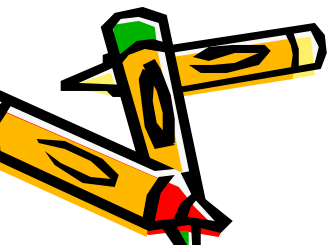
其化学名为N-乙酰基-5-甲氧基色胺，又称松果体素；褪黑素；褪黑色素。



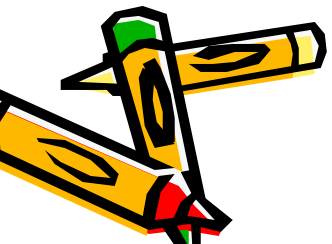
褪黑激素主要是哺乳动物（包括人）脑部松果体所产生的一种激素，故又称松果体素。松果体附着于第三脑室后壁，大小似黄豆，其中褪黑激素的含量极微，仅 $1 \times 10^{-12}$ g水平。1960年首次分离得到。作为商品，也有称作“脑白金”的，



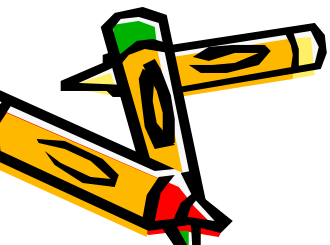
- 褪黑激素在体内的生物合成受光周期的制约，在体内的含量呈昼夜性节律改变，夜间的分泌量比白天多5~10倍。初生婴儿极微，至三月龄时开始增多，3~5岁时夜间分泌量最高，青春期略有下降，之后随年龄增长而逐渐下降，至老年时昼夜节律渐趋平缓甚至消失。
- 褪黑激素可因光线刺激而分泌减少。夜间过度的长时间照明，会使褪黑激素的分泌减少，对女性来说，可致女性激素分泌紊乱，由于血液中雌激素水平升高，日久可诱发女性乳腺癌、子宫颈癌、子宫内膜癌以及卵巢癌。



- 1、? 性状
- 黄白色结晶，熔点116 ~ 118 ，紫外吸收峰位于278nm。
- 2、生理功能
- 改善睡眠（用量0.1 ~ 0.3mg），能缩短睡前觉醒时间和入睡时间，睡眠质量改善，睡眠中觉醒次数明显减少，浅睡阶段短，深睡阶段延长，次日早晨唤醒阈值下降。有较强的调整时差功能。

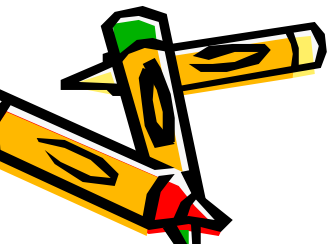



- 3、制备
- 可有多种化学合成法。如在吡啶中，用醋酐在室温下处理5-甲氧基色胺，获得N,N-双酰化衍生物，然后在碱液中转化而成，产率可达80%。
- 4、安全性
- LD50 > 10g/kg（大、小鼠，口服）。
- Ames试验、小鼠微核试验、小鼠精子畸变试验，均阴性。





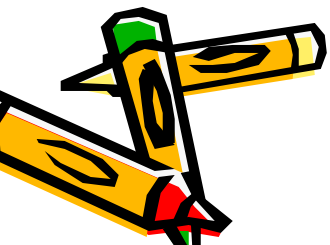
- 属内源性物质，故对机体并非异物，在体内有其自身的代谢途径，不会造成体内蓄积。生物半衰期短，口服7~8h后即降至正常人的生理水平。经3000多人口服试验（数克，即正常剂量的数千倍，历时1个月）未见异常。
- 不宜人群及注意事项：青少年、孕妇及哺乳期妇女、自身免疫性疾病患者及抑郁型精神病患者不宜服用。对驾车、机械作业前或正在作业时以及从事危险损伤者不能服用。





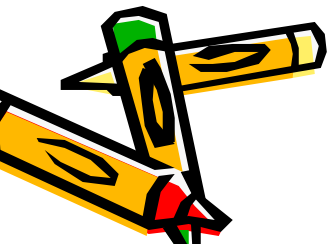
英国最近推出了Nighttime牌全天然高褪黑素牛奶，虽然其价格比普通牛奶高1.5倍，但却颇受消费者欢迎，因为该产品有助改善人们的生活质量，并进而提高健康水平。

牛奶中天然地含有一些褪黑素，这就使许多牛奶公司将研发高褪黑素牛奶作为产品创新的目标，其中芬兰Ing2 man公司与Kuopio大学合作研发的成绩最为显著。该大学应用生物工艺研究所的瓦尔特娜教授是世界公认的褪黑素研究专家，她发明了一种方法，可以准确控制奶牛体内的褪黑素水平，也可以精确控制牛奶中的褪黑素浓度，使牛奶中的褪黑素比例达到最佳。



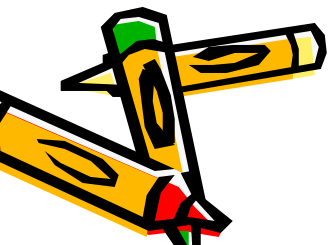


[99258.com](http://99258.com)



## (二)、酸枣仁

- 鼠李科乔木酸枣（*Ziziphus jujuba* var. *spinosa*）成熟果实去果肉、核壳，收集种子，晒干而成。主要产于河北、山东一带。

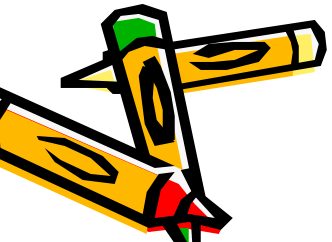


- 1、主要成分

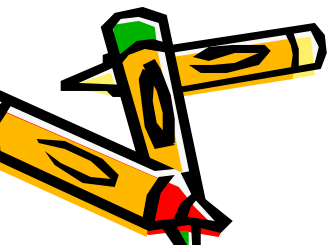
- 酸枣仁皂苷（ jujuboside ） A、 B、 B1 ，  
白桦脂酸， 桦木素等， 含油脂约32%。


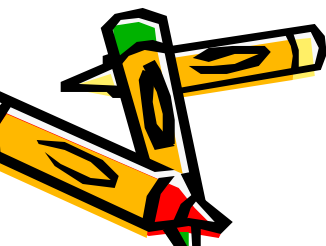
- 1、 ? 性状

- 扁椭圆形， 长5 ~ 7mm， 宽5 ~ 7mm， 厚  
2 ~ 3mm， 红棕至紫褐色。 种皮脆硬， 可  
有裂纹， 气微， 味淡。



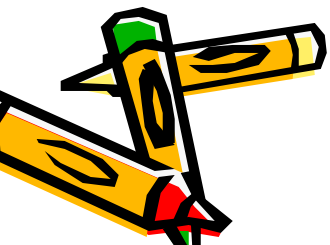
- 3、生理功能
- 改善睡眠。对小鼠、豚鼠、猫、兔、犬均有镇静催眠作用。对大鼠作脑电测试，灌胃后睡眠时间（TS）和深睡阶段（SWS2）持续时间分别增加51min（26.0%）和41.4min（116.3%），差异非常显著（ $P < 0.001$ ）。6h内TS发作频率平均减少22.7次（-36.3%），每次发作持续时间增加3.5min（+95.6%）；6h内SWS2发作频率平均增加28.3次（+89.0%），差异均非常显著（ $P < 0.001$ ）。



- 
- 4、安全性
  - LD50 (  $14.3 \pm 2.0$  ) g/kg ( 小鼠腹腔注射酸枣仁煎剂 )。
  - 小鼠150g/kg口服未出现毒性。
  - 煎剂口服20g/kg，30天，给药后出现安静现象，平均体重增长比对照组快，食欲无明显差别。
- 

## (三)、面包、馒头

- 进食适量的面包或馒头后，人体内就会分泌胰岛素，用来消化面包中的营养成分。在氨基酸的代谢中，色氨酸被保留下来，色氨酸是5-羟色胺的前体，而5-羟色胺有催眠作用，因此如果失眠，吃一点面包，能促进睡眠。但如果白天总想睡觉，可吃一点动物蛋白质，因为动物蛋白质中含酪氨酸，它有抗5-羟色胺的作用，因而可使人兴奋。



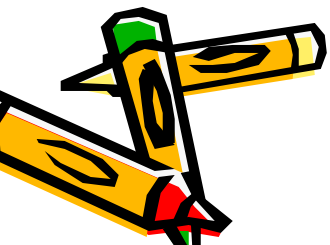


## (四)、酸奶加香蕉

- 在一部分失眠或醒后难以再度入睡的人中，其失眠原因是因血糖水平降低所引起的。钙元素对人体有镇静、安眠作用。酸奶中含有糖分及丰富的钙元素。香蕉使人体血糖水平升高，用一杯酸奶加一个香蕉，给失眠病人口服后，可使其血糖高，使病人再度入睡。

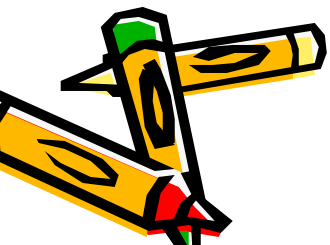
## (五)、葡萄与葡萄酒

- 葡萄中含有葡萄糖、果糖及多种人体所必需的氨基酸；还含有维生素B1、B2、B6、C、P、PP和胡萝卜素。常吃葡萄对神经衰弱和过度疲劳者有益。
- 葡萄酒中所含的营养成分和葡萄相似，对过度疲劳引起的失眠有镇静和安眠作用。

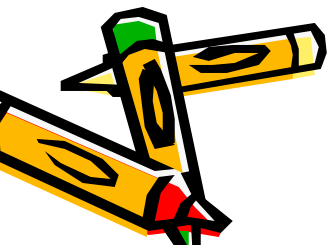


## (六)、富含锌、铜的食物

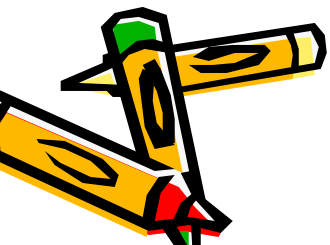
- 锌、铜都是人体必需的微量元素，在体内都主要是以酶的形式发挥其生理作用，都与神经系统关系密切，有研究发现，神经衰弱者血清中的锌、铜两种微量元素量明显低于正常人。缺锌会影响脑细胞的能量代谢及氧化还原过程，缺铜会使神经系统的内抑过程失调，使内分泌系统处于兴奋状态，而导致失眠，久而久之可发生神经衰弱。



- 失眠患者除了经常锻炼身体之外，在饮食上有意识地多吃一些富含锌和铜的食物对改善睡眠有良好的效果。含锌丰富的食物有牡蛎、鱼类、瘦肉、动物肝肾、奶及奶制品。乌贼、鱿鱼、虾、蟹、黄鳝、羊肉、蘑菇以及豌豆、蚕豆、玉米等含铜量较高。



- 桂圆肉、莲子、远志、柏子仁、猪心、黄花菜等，都有一定的镇静催眠作用，常用来治疗失眠症。



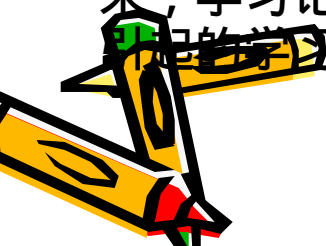
# 第九节 辅助改善记忆的功能性食品

## 本节要点

学习和记忆的基本概念及类型  
具有辅助改善记忆功能的物质

### 一、概述

学习和记忆是脑的高级机能之一。从生物学的角度看，没有一种动物是不能接受教训而改变其行为的。在物种之间，学习能力的差别只是在学习的速度、范围、性质和实现学习的生物学基础方面。动物能够改变行为以适应环境的变化，因为没有一种动物生存的环境是绝对不变的。没有学习、记忆和回忆，既不能有目的的重复过去的成就，也不能有针对性避免失败。如果这样的话，动物个体和种族的生存就成为了不可能。近年来，学习记忆被人们看成是衰老研究的一项重要指标，也有学者利用衰老引起的学习记忆变化来研究学习记忆的机理等



• (一)、学习的定义及类型

? **学习**-----指人或动物通过神经系统接受外界环境信息而影响自身行为的过程。

? **学习的类型** :

? 惯化 (habituation)

? 联合学习 (associative learning)

- 经典性条件反射
- 操作性条件反射

? 潜伏学习 (latent learning)

? 顿悟学习 (insight learning)

- 期待
- 完性知觉
- 学习系列

? 语言学习或第二信号系统的学习

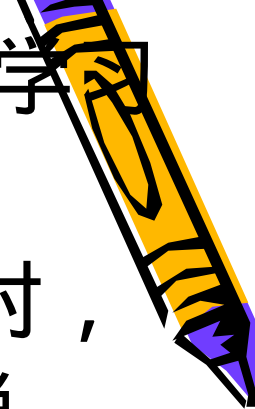
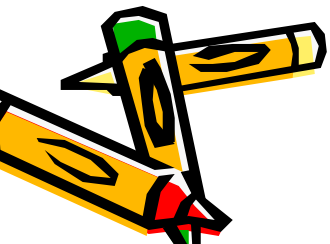
? 模仿 (imitation)

? 玩耍 (play)

? 铭记 (imprinting)

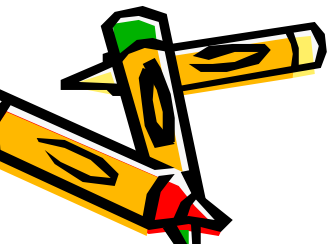


- “惯化”是普遍存在与动物和人类的一种学习现象。
- 惯化:当一个特定刺激单纯地反复呈现时,机体对这个刺激的反应逐渐减弱乃至消失。这对适应环境、保护机体有重要意义。



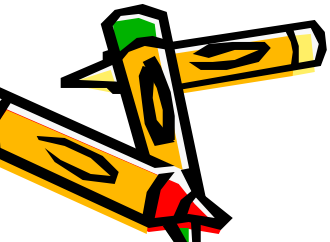


- 联合学习:
- 经典性条件反射，也就是巴甫洛夫创立的条件反射-----是一个中性刺激与非条件刺激在时间上接近，随着反复结合，使有机体对中性刺激逐渐产生与非条件反射所引起的相似的应答性反应。



- 操作性条件反射是在巴甫洛夫条件反射的基础上发展起来的，它指的是通过有机体自身的某个特定的操作动作而获取食物或回避有害刺激的反射活动。

有学者认为，“尝试错误”是动物或人学习的一种基本规律，即人学习某一新鲜事情，总要通过若干次错误或失败，才能最终掌握这一事件。可是，也有人用实验证明，动物不总是靠着盲目地尝试错误解决问题，有时它可以突然抓到问题的关键，因而把这种学习叫做“顿悟”。



## • (二)、记忆的定义及类型

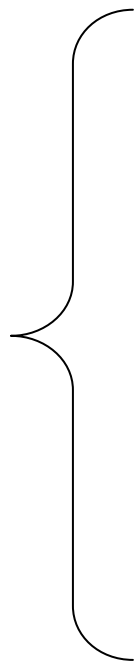
• 记忆-----获得的信息或经验在脑内贮存和提取（再现）的神经活动过程。

• 学习与记忆密切相关，若不通过学习，就谈不上获得信息和再现，也就不存在记忆；若没有记忆，则获得的信息就会随时丢失，也就失去了学习的意义。因此，学习与记忆是既有区别又不可分割的神经生理过程，是人和动物适应环境的重要方



- 记忆的分类方法:

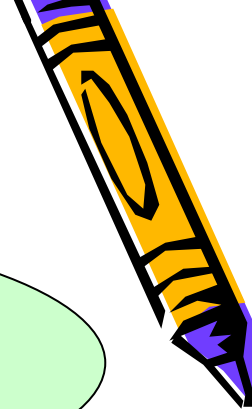
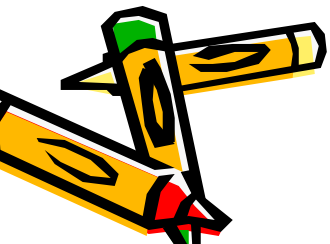
记忆时程的长短



感觉性记忆

短时性记忆

长时性记忆



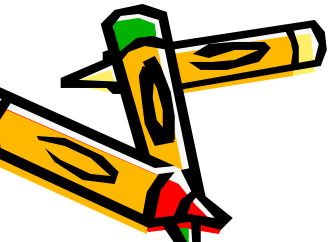
- 人类的记忆过程:4个连续的阶段。

感觉性记忆

第一级记忆

第二级记忆

第三级记忆



感觉性记忆:

处理

第一级记忆:

反复运用

第二级记忆

长期运用

第三级记忆

又称瞬时记忆或掠影式记忆:它是指感觉系统获得信息后,首先在脑的感觉区内贮存阶段,这一阶段贮存的时间很短,一般为几百毫秒,如果没有经过注意和处理就会很快地消失,

记忆中停留、的时间仍然很短暂,平均约几秒钟。通过反复运用学习,信息便在第一级记忆中循环,从而延长了信息在第一级记忆中停留的时间,

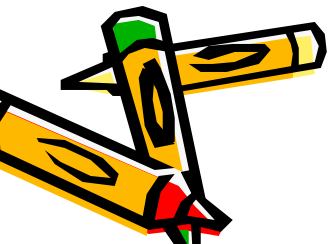
是一个大而持久的贮存系统,发生在第二级记忆内的遗忘,似乎是由于先前的或后来的信息的干扰所造成的。

第三级记忆一般能被保持数周、数月、数年,有的可以终身不忘。如:自己的名字、每天都进行的手工操作。

### (三)、学习记忆的结构基础

目前，测定学习与记忆的关系的大多数实验通常采取切除或损伤脑区来进行。脑内某个部位的破坏、切除，并不能认为未损伤部位在正常情况下与学习无关。当中枢神经系统某部位损伤后神经功能仍存在，也不能认为是未受损部位正常功能的标志。一是因为某些类型记忆与多个脑区有关，二是学习的神经通路可能有多余性。

采取不同方法（包括切除脑的某个部位）的动物试验和临床研究所获得的结果，也可对学习记忆的有关结构作出推论。



- 大脑皮层含有100亿个神经元，皮层与皮层下、脑干、丘脑之间有直接传入和传出联系。如果皮层大面积（50%）以上受损无疑会造成遗忘症，如果损伤面积仅10%以下，则记忆几乎不受影响。在大脑皮层中，前额皮层占据了大脑皮层面积的1/4，它也是大脑半球形成过程中最晚出现的部分。人类额叶损伤或病变可导致一系列高级心理智能障碍。颞叶皮层位于外侧沟之下，顶枕沟之前，局部颞叶损毁明显地影响到短时间记





- 海马是边缘系统中最显著、最易确定的一个结构，海马可以分为四大区：CA1、CA2、CA3、CA4区。临床资料表明，人脑边缘系统的主要结构-海马、乳头体受到损伤，可导致一种极为明显的记忆障碍-近期记忆丧失或叫瞬时性遗忘。从动物试验得到的资料，有人认为海马具有辨别空间信息的功能，还有人认为海马具有抑制性调节功能。还有实验结果说明，损毁双侧海马对学习记忆的影响依赖于记忆巩固水平，并认为海马在记忆形成的早期阶段更为重要。



?

(一) 芹菜甲素  
芹菜籽 具有辅助改善记忆功能的物质  
芹菜甲素 有改善脑缺血、脑功能和能量代谢等多方面的作用。

脑血流的正常供应对维持脑的功能至关重要。

脑重占人体重的5%，

脑血流占全身血流量的1/5，

脑耗氧量占全身的1/4

人到老年，脑血流减少20%以上，首先受影响的是脑的功能，智力受到影响，出现学习、记忆障碍。

现有治疗老年痴呆或改善智力的药物，多为脑血液循环改善剂，

芹菜甲素有其独特的作用机制，而副作用少



## (二) 辣椒素

辣椒素是从红辣椒内提出的一种化合物。它有多种功能，其中之一是振奋情绪、延长寿命、减少忧郁，因而改善老年人的生活质量。

## (三) 石松

1986年中国科学院上海药物研究所和军事医学科学院同时从石松分离出的石杉碱甲和乙对记忆恢复和改善都有效。因为石杉碱甲乙被证明是胆碱酯酶抑制剂，它可抑制乙酰胆碱的分解，从而起到改善记忆功能的作用，其副作用不明显。

## (四) 银杏

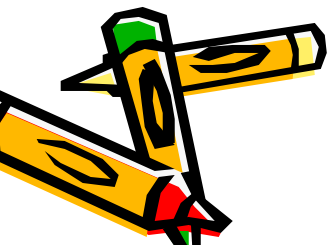
银杏（公孙树、植物化石）20世纪70年代欧洲的研究人员从银杏叶中提取出有效成分——黄酮甙，其主要成分是山茶酚和槲皮素，葡萄糖鼠李糖甙和特有的萜烯，银杏内酯和白果内酯。黄酮为自由基清除剂，萜烯特别是银杏内酯是血小板活化因子的强抑制剂，这些有效成分还能刺激儿茶酚胺的释放，增加葡萄糖的利用，增加M-胆碱受体数量和去甲肾上腺素的更新以及增强胆碱系统功能等，故有广泛的药理作用，如改善脑循环、抗血栓、清除自由基、和改善学习、记忆等。动物试验证明，银杏提取物可改善记忆障碍。

## • (五) 人参

- 在抗衰老物质中，使用范围最广的可能是人参。现在，人参被公认为有确切的增进人体身心健康的作用。研究表明，人参对记忆各个阶段记忆再现障碍有显著的改善作用。进一步研究证明，人参皂甙Rg1和Rh1是人参促智作用的主要成分。

### • 人参的促智机制：

1. 加强胆碱系统功能，如促进乙酰胆碱的合成与释放，提高M-胆碱受体数。
2. 同位素标记试验证明能增加脑内新蛋白质的合成。
3. 提高神经可塑性。

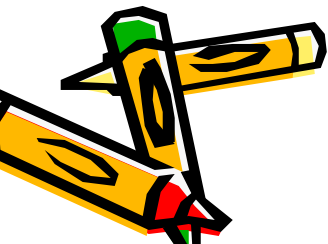


- (六) 胆碱

- 胆碱是体内合成乙酰胆碱的前体，蛋黄里含有一种称为磷脂酰胆碱的化合物，是体内胆碱的主要来源。黄豆、包心菜、花生和花椰菜是摄取胆碱的良好来源。研究表明，乙酰胆碱与记忆保持密切相关，胆碱营养补品可以延缓记忆的丧失。

(七) 钴胺素 (维生素B12)

钴胺素对神经系统的正常运作是不可缺少的必需物质。荷兰有学者研究表明，血液里维生素B12含量偏低而身体其他各方面的健康状态都颇佳的人，其脑力测验方面的表现无法与血液里维生素B12含量较高的人想媲美，不管年龄大小，结果都是一样。



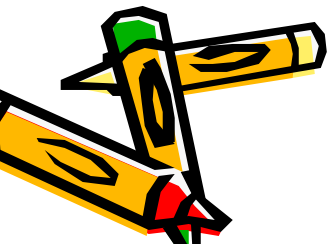
## (八) 褪黑激素

褪黑激素是大脑的松果体在睡眠时分泌的一种激素，对维持正常的生理节奏是非常重要的物质，尤其对睡眠周期的维持更为重要。1987年意大利的科学家研究表明，夜间在老鼠饮用的水中加入褪黑激素能延长老鼠的寿命，摘除松果体会导致衰老加速。

## (九) 脱氧核糖核酸和核糖核酸

脱氧核糖核酸 (DNA) 和核糖核酸

(RNA) 存在于体内每个细胞的细胞核里，是制造新细胞、细胞修复或细胞新陈代谢时不可缺少的物质。有些研究者认为，衰老是因为这些重要的核酸减少或功能降低而引起的。



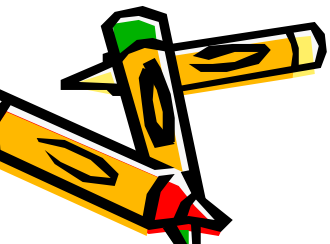
## (十) 单不饱和脂肪酸

摄食单不饱和脂肪酸有助于寿命的延长。脂肪有三种：饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸和单不饱和脂肪酸。其饱和程度根据氧分子数量而定。氧分子数越多，则脂肪越呈饱和状态。一般认为，饱和脂肪会促进血凝块形成，从而导致动脉粥样硬化。橄榄油和鳄梨油都是单不饱和脂肪酸的最佳食物来源，杏仁、花生和胡椒等坚果类也都富含单不饱和脂肪酸。研究者对26000人所进行的一项大型研究证实，如果每周至少食用杏仁、花生6次，其平均寿命比一般人员增加7年。

## (十一)、叶酸

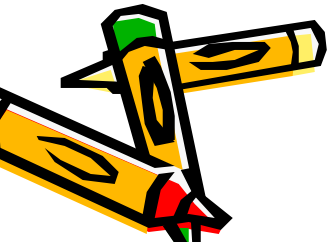
1962年Herbert首先报道叶酸缺乏引起精神功能改变。随后，Serachan和Hendarson于1967年报告两例进行性痴呆症患者血清中叶酸浓度过低，肌注或口服叶酸，病人得到缓解。在许多药物引起的痴呆症如酒精性痴呆症中叶酸缺乏起重要作用。癫痫病人使用苯巴比妥的时间越长，病人的智力损伤也越严重，而痴呆的严重程度又与血清叶酸水平呈正相关。

深绿色叶菜中都含有叶酸，干豆类、冷冻的橘子汁、酵母、肝脏、向日葵籽、小麦芽和添加了营养品（维生素、矿物质等）的早餐麦片粥里也含有叶酸。



- (十二)、硼

- 微量硼在协助预防骨质疏松症上起重要作用。关于对脑功能的影响方面，美国农业局对45岁的男女进行了一项有关硼效用的研究结果发现，当饮食中硼含量最低的人被要求做些简单的事如数数等，竟表现出智力功能削弱。脑电图显示，硼含量低的饮食会压抑心智的应变能力。





# 第十节 辅助降血脂的功能

## 一、概述 性食品

### (一)、脂类分类与高脂血症的定义

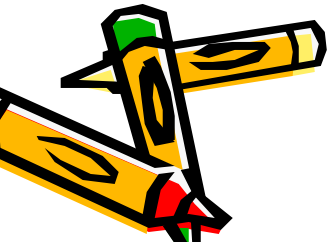
#### 1、血浆中的脂类和脂蛋白

**血浆中的脂类**：甘油三酯、磷脂、胆固醇酯(cholesterol ester)、胆固醇以及游离脂肪酸(free fatty acid)；

**血浆中脂蛋白**：

**蛋白电泳法**：分为  $\alpha$ -脂蛋白、前  $\beta$ -脂蛋白、 $\beta$ -脂蛋白和乳糜微粒；

**密度离心法**：分为乳糜微粒(CM)、极低密度脂蛋白(VLDL)，低密度脂蛋白(LDL)和高密度脂蛋白(HDL)。



- 2、高脂血症和高脂蛋白血症
- 血脂高于正常的上限称为高脂血症 (hyperlipidemia)。血浆中的脂类几乎都是以与蛋白质结合运输的
- 脂蛋白被看成是脂类在血液中运输的基本单位。
- 高脂血症或高脂蛋白血症均能反映脂代谢紊乱的状况。
- WHO建议将高脂蛋白血症分为六型，其脂蛋白和血脂变化如表13-1。在我国的各种高脂蛋白血症中以Ⅱ型和Ⅲ型发病率为高。（各种高脂蛋白血症血脂变化比较）

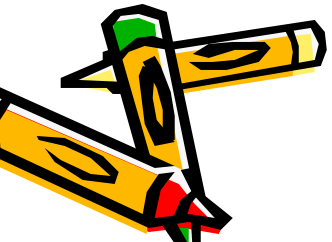


表13-1. 各种高脂蛋白血症血脂变化比较

分 型	脂蛋白变化	血脂变化
(高乳糜微粒血症) 稍	CM	TG , Chol 正常或
a(高 脂蛋白血症)	LDL	Chol , TG正常
b(高前 脂蛋白血症)	LDL , VLDL	Chol , TG
(阔 带型)	VLDL	Chol , TG
(高前 脂蛋白血症) 或偏高	VLDL	TG , Chol 正常
(高乳糜微粒和前 脂蛋白血症)	VLDL , CM	TG , Chol 正常

## • (二)、高血脂的危害

### • 1.高血脂对人群的危害

• 高脂血症(hyperlipemia)是动脉粥样硬化发生的重要危险因素之一。

• 流行病学调查证明：血浆低密度脂蛋白(LDL)、极低密度脂蛋白(VLDL)水平的持续升高和高密度脂蛋白(HDL)水平的降低与动脉粥样硬化的发病率呈正相关。

• 研究表明：在总胆固醇  $< 3.90\text{mmol/L}$  的人群中未发现动脉粥样硬化性疾病。

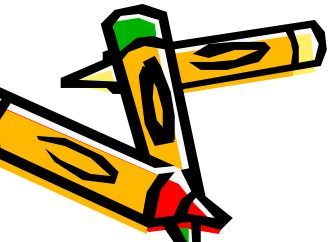
• 联合计划研究组(Pooling Project Research Group)对 8,000 多名男性白人的研究表明：血清胆固醇  $> 6.96\text{mmol/L}$  的男性白人冠心病(CHD)的危险性是血清胆固醇  $5.67\text{mmol/L}$  的 2 倍。Framingham 的研究表明：血清总胆固醇  $8.06\text{mmol/L}$  者发生冠心病的危险性比血清总胆固醇  $< 4.9\text{mmol/L}$  者增加几倍



## • 2. 高血脂对机体的影响

- 长期高血脂症(高胆固醇、高三酸甘油酯、高低密度脂蛋白胆固醇等)是动脉粥样硬化的基础，脂质过多沉积在血管壁并由此形成的血栓，导致血管狭窄、闭塞，而血栓表面的栓子也可脱落而阻塞远端动脉，栓子来源于心脏的称心源性脑栓塞。因此，高脂血症是缺血性中风的主要原因。另一方面，高血脂也可加重高血压，在高血压动脉硬化化的基础上，血管壁变薄而容易破裂，为此，高脂血症也是出血性中风的危险因素。

动脉粥样硬化(Atherosclerosis, AS)是一种炎症性、多阶段的退行性复合性病变，导致受损的动脉管壁增厚变硬、失去弹性、管腔缩小。由于动脉内膜聚集的脂质斑块外观呈黄色粥样，故称为动脉粥样硬化。



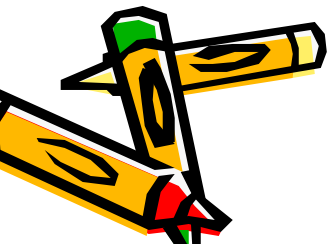
- (三)、引起高血脂的因素

- 1.脂肪酸

- 脂肪酸分为四类：饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸(主要是油酸, 18:1 n-9)、多不饱和脂肪酸(主要是亚麻酸, 18:2 n-6)和反式脂肪酸(主要是18:1反式)。

- 虽然亚麻酸是饮食中最丰富的多不饱和脂肪酸，但饮食中少部分多不饱和脂肪酸为  $\alpha$ -亚麻酸(ALA;18:3 n-3)、长链脂肪酸即二十碳五烯酸(EPA;20:5 n-3)和来自于鱼油的二十二碳六烯酸(DHA;22:6 n-3)。ALA和亚麻酸对于血浆脂蛋白的影响效果相似。然而鱼油具有降低甘油三酯血症的效果；而且，对正常血脂的受验者，LDL和HDL水平没有影响。对于高血脂受验者，鱼油可以降低甘油三酯含量，但能增加LDL-C和HDL-C浓度。

- 饮食甘油三脂的结构也能影响血清脂水平。



## 2. 脂肪替代物

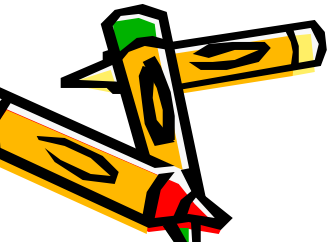
当受试人摄入含非吸收性脂肪替代物的饮食时，胆固醇的吸收减少，所以这些化合物会降低血清LDL-C的浓度。当由于这些脂肪替代物的存在使脂肪摄入量减少时，HDL-C浓度也降低

## 3. 大豆蛋白制剂

Anderson等人(1995)出版了有关大豆蛋白对人血清脂浓度影响的综合分析结果。据估计，日摄入47克大豆蛋白将会降低血清总胆固醇浓度 $0.60\text{mmol/L}$ ，主要是LDL-C减少 $0.56\text{mmol/L}$ 而致。总胆固醇浓度低于 $6.5\text{mmol/L}$ 的受试者血清总胆固醇浓度下降约4% ( $0.2\text{mmol/L}$ )，而胆固醇水平高于 $8.7\text{mmol/L}$ 的受试者下降约20% ( $1.85\text{mmol/L}$ )。甘油三酯水平降低 $0.15\text{mmol/L}$ ，而HDL-C水平没有显著变化。分离大豆蛋白和组织大豆蛋白效果没有差别。尚需要确定的是：大豆蛋白可能的这种作用是由于大豆蛋白本身引起的，还是由于植物雌激素引起的



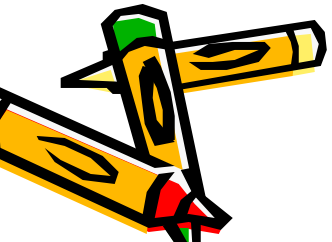
- 4.单糖和双糖
- Black和Saris(1995)研究得出这样的结论：在正常血脂、高甘油三酯血症或糖尿病受验者进行的大多数研究中，当摄取西方饮食量时，单糖和双糖对血清脂蛋白分布的影响与淀粉的影响相似。
- 5.抑制性淀粉
- 抑制性淀粉在小肠中不能被降解(至少不能完全降解)，而在大肠中它由某种细菌作用而代谢掉。虽然研究表明，代谢产物可促进胆固醇代谢，但生淀粉和老化淀粉似乎都不能对血清脂蛋白分布产生有益的影响。







- 8. 纤维素

- 基于对十项实验的综合分析，Ripsin等人(1992)得出结论：每日从燕麦产品中摄入大约3g可溶性纤维素，可以降低血清总胆固醇浓度0.15mmol/L。这个效果与初始血清胆固醇浓度呈正相关。据报道，其它水溶性纤维素也可减少总胆固醇浓度，主要是通过降低LDL-C来实现的。不溶性纤维素对血清总胆固醇水平影响较小。



- 
- (四)、营养防治原则
  - 1. 控制总能量摄入，保持理想体重
  - 2. 限制脂肪和胆固醇摄入
  - 3. 提高植物性蛋白的摄入，少吃甜食
  - 4. 保证充足的膳食纤维摄入。
  - 5. 供给充足的维生素和矿物质
  - 6. 适当多吃保护性食品



植物化学物具有心血管健康促进作用，鼓励多吃富含植物化学物的植物性食物，如洋葱、香菇等

## 二、具有辅助降血脂功能的物质

### (一)、小麦胚芽油

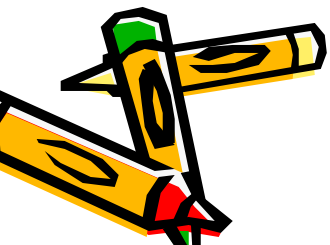
#### 1、主要成分



基本组成：棕榈酸11%~19%，硬脂酸1%~6%，油酸8%~30%，亚油酸44%~65%，亚麻酸4%~10%，天然维生素E2500mg/kg，磷脂0.8%~2.0%。


#### 2、生理功能

富含天然VE，包括 $\alpha$ -生育酚和 $\gamma$ -生育酚，均属d构型。天然VE无论在生理活性上还是在安全性上，均优于合成VE(合成的只有dl- $\alpha$ -生育酚一种)，7mg小麦胚芽油的VE其效用相当于合成VE 200mg。故天然VE在美、日等国的售价约高出合成品30%~40%，并将合成VE主要用于动物饲料。

主要功能有降低胆固醇、调节血脂、预防心脑血管疾病等。在体内担负氧的补给和输送，防止体内不饱和脂肪酸的氧化，控制对身体有害过氧化脂质的产生；有助于血液循环及各种器官的运动。另具有抗衰老、健身、美容、防治不孕及预防消化道溃疡、便秘等作用。



- 
- (二)、米糠油
  - 1、主要成分
  - 脂肪酸组成：14:0，0.6%；16:0，21.5%；18:0，2.9%；18:1，38.4%；18:2，34.4%；18:3，2.2%。  
另含磷脂、糖脂、植物甾醇、谷维素、天然维生素E(91~100mg/100g)等。
  - 2、生理功能
  - 富含不饱和脂肪酸、天然维生素E和谷维素，具有相应的生理功能；降低血清胆固醇、预防动脉硬化、预防冠心病。曾试验100~200人，每人食用60g/d，一周后血清胆固醇下降18%，为所有油脂中下降最多的；由70%米糠油加30%红花油组成的混合油，下降达26%。
- 



- (三)、紫苏油

- 1、主要成分

- 淡黄色油液，略有青菜味。碘值175~194。含  $\alpha$ -亚麻酸51%~63%，属n-3系列，在自然界中主要存在于鱼油(动物界)和植物界的紫苏油、白苏油中。另含天然维生素E 50~60mg/100g。

- 2、生理功能

- 调节血脂：能显著降低较高的血清甘油三酯，通过抑制肝内HMC-CoA还原酶的活性而得以抑制内源性胆固醇的合成，以降低胆固醇；并能增高有效的高密度脂蛋白。



能抑制血小板聚集能和血清素的游离能，从而抑制血栓疾病(心肌梗塞和脑血管栓塞)的发生。

与其他植物油相比，可降低血脂作用(约10%)。其



- (四)、沙棘(籽)油

- 1、主要成分

- 亚油酸、 $\alpha$ -亚麻酸等多不饱和脂肪酸，维生素E、植物甾醇、磷脂、黄酮等。基本组成：棕榈酸10.1%，硬脂酸1.7%，油酸21.1%，亚油酸40.3%， $\alpha$ -亚麻酸25.8%。

- 沙棘种子含油5%~9%，其中不饱和脂肪酸约占90%。

- 2、生理功能

- 调节血脂功能：能明显降低外源性高脂大鼠血清总胆固醇，4周后下降68.63%。并使血清HDC和肝脏脂质有所提高 ( $P<0.005$ )。

- 调节免疫功能：能显著提高小鼠巨噬细胞的吞噬百分率和吞噬指数，增强巨噬细胞溶酶体酶活性磷酸酶活性



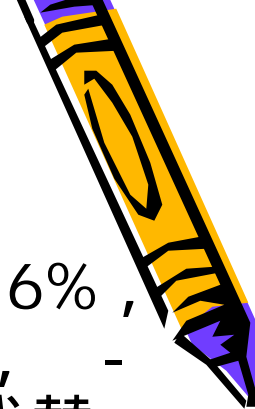
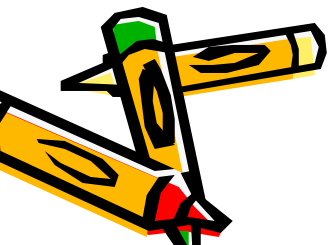
- (五)、葡萄籽油


- 1、主要成分

- 含棕榈酸6.8%，花生酸0.77%，油酸15%，亚油酸76%，总不饱和脂肪酸约92%，另含维生素E 360mg / kg，胡萝卜素42.55mg / kg。在巴西可作为甜杏仁油的代替品，是很好的食用油。

- 2、生理功能

- 预防肝脂和心脂沉积，抑制动脉斑块的形成，清除沉积的血清胆固醇，降低低密度脂蛋白胆固醇，同时提高高密度脂蛋白胆固醇。能防治冠心病，延长凝血时间，减少血液还原粘度和血小板聚集率，防止血栓形成，扩张血管，促进人体前列腺素的合成。另有营养脑细胞、调节植物神经等作用。



- 
- (六)、深海鱼油
  - 1、主要成分
  - 指常年栖息于100m以下海域中的一些深海大型鱼类(如鲑鱼、三文鱼),也包括一些海兽(如海豹、海狗)等的油脂,其中主要的功能成分为EPA和DHA等多不饱和脂肪酸。



2、生理功能

调节血脂、提高免疫调节能力。



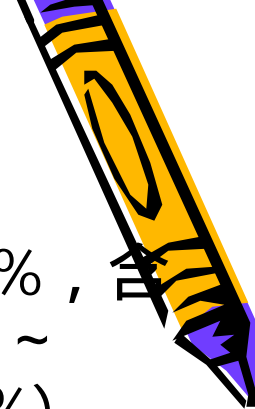
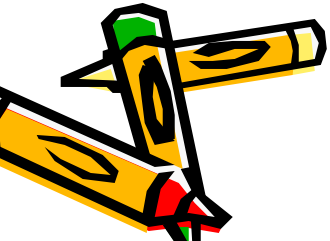
## • (七)、玉米(胚芽)油

### • 1、主要成分

- 主要由各种脂肪酸酯所组成。含不饱和脂肪酸约86%，含亚油酸38%~65%，亚麻酸1.2%~1.5%，油酸25%~30%，不含胆固醇，富含维生素E(脱臭后约含0.08%)。

### • 2、生理功能

- 调节血脂：所含大量的不饱和脂肪酸可促进粪便中类固醇和胆酸的排泄，从而阻止体内胆固醇的合成和吸收，以避免因胆固醇沉积于动脉内壁而导致动脉粥样硬化。曾饲以60g / d，一周后血清胆固醇下降16%，而食用大豆油、芝麻油者仅下降1%，食用猪油者上升18%。
- 因富含维生素E，可抑制由体内多余自由基所引起的脂质过氧化作用，从而达到软化血管的作用。另对人体细胞分裂、延缓衰老有一定作用。



- (八)、燕麦麦麸和燕麦-β-葡聚糖

- 1、主要成分

- 燕麦(*Avena sativa*)麦麸中含有一种β-(1-4)和部分(约1/3)β-(1-3)糖苷键连接的(含量约5%~10%)β-葡聚糖，是燕麦麸中特有的水溶性膳食纤维，有明显降低血清胆固醇的作用。该β-葡聚糖是燕麦胚乳细胞壁的重要成分之一，是一种长链非淀粉的粘性多糖。

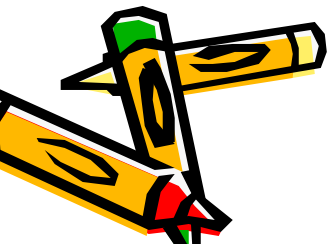
- 2、生理功能

- 降血清胆固醇

- 降血中劣质血脂(Tc、TG、LDL-C)及过氧化脂质水平，可提高优质血脂(HDL-C)水平。



- (九)、大豆蛋白
- 1、主要成分
- 90%以上为大豆球蛋白，其中主要为11 S球蛋白(相对分子质量约35万)和7S球蛋白(相对分子质量约17万)。含有各种必需氨基酸。
- 由于大豆蛋白中同时存在有大豆异黄酮，如蛋白质纯度很高的大豆分离蛋白，每40g约含大豆异黄酮76mg。
- 2、生理功能
- 1.调节血脂：降低胆固醇和甘油三酯。大豆蛋白能与肠内胆固醇类相结合，从而妨碍固醇类的再吸收，并促进肠内胆固醇排出体外。已知大豆蛋白与胆固醇之间有如下关系：





- (十)、银杏叶提取物

- 1、主要成分

- 主要成分为银杏黄酮类、银杏(苦)内酯、白果内酯及另含有害物质的银杏酸。

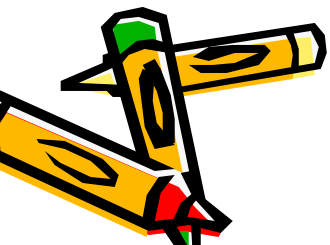
- 2、生理功能

- 降血脂：通过软化血管、消除血液中的脂肪，降低血清胆固醇。

- 改善血液循环：能增加脑血流及改善微循环，这主要由于它所含的银杏内酯具有抗血小板激活因子PAF的作用，能降低血液粘稠度和红细胞聚集，从而改善血液的流变性。

- 消除自由基保护神经细胞：有消除羟自由基、超氧阴离子和一氧化氮，抑制脂质过氧化作用，其作用比维生素VE更持久。

- (十一)、山楂
- 1、主要成分
- 山楂黄酮类，包括金丝桃苷(hyperoside)、槲皮素(quereitin)、牡荆素(vitexin)、芦丁、表儿茶素等；另有绿原酸、熊果酸(ursolic acid)等。
- 2、生理功能
- 调节血脂作用：
- 调节血压作用：
- 免疫调节作用：
- 3、食品安全学评价
- 槲皮素的食物毒理学数据如下：
- 人低剂量静脉注射没有显著毒性；
- 小鼠经口LD50为160mg./kg体重，皮下注射LD50为100mg/kg体重。低剂量对大鼠无毒性。
- 没有致畸作用；对沙门氏菌优质突变活性。





- (十二)、绞股蓝皂甙


- 1、主要成分

- 属绞股蓝总皂苷的共约有80余种，其中有一部分分别为人参皂苷Rb1、Rb3、Rd，以及人参二醇、2-羟基人参二醇、19-二羟基-12-脱氧人参二醇等。

- 2、生理功能

- 调节血脂作用：用3.6%绞股蓝水提取液对42名高血脂者试食1个月，血清胆固醇和甘油三酯明显降低，而高密度脂蛋白胆固醇有所提高。

- 免疫调节作用：能增加幼鼠脾和肾上腺重量，提高腹腔巨噬细胞的吞噬能力，对环磷酰胺所致的粒细胞减少有升高作用。能使肺泡巨噬细胞的体积明显增大，吞噬消化能力显著加强。用以喂养90天的大鼠，其T淋巴细胞数目显著增加。皮下注射可提高白细胞介素



# 第十一节 缓解视疲劳的功能性食品

## 一、概述

眼睛是人体掌管视觉的感受器官，它的构造复杂，功能敏锐，是人体中最重要的器官之一。开发改善视力的功能性食品更为重要。

### （一）、眼的解剖学结构

眼由眼球和它的附属器官构成。眼球位于眼眶的前中部，处于筋膜组成的空腔内，四周被脂肪和结缔组织所包围，只有眼球的前面是暴露的，其前极位于角膜的中央，而后极则通过眼球后部的中心点。处于两极之间的环形区代表眼球的赤道部。

#### 1.眼的附属器官

包括眼眶、眼外肌、眼睑、结膜和泪器。

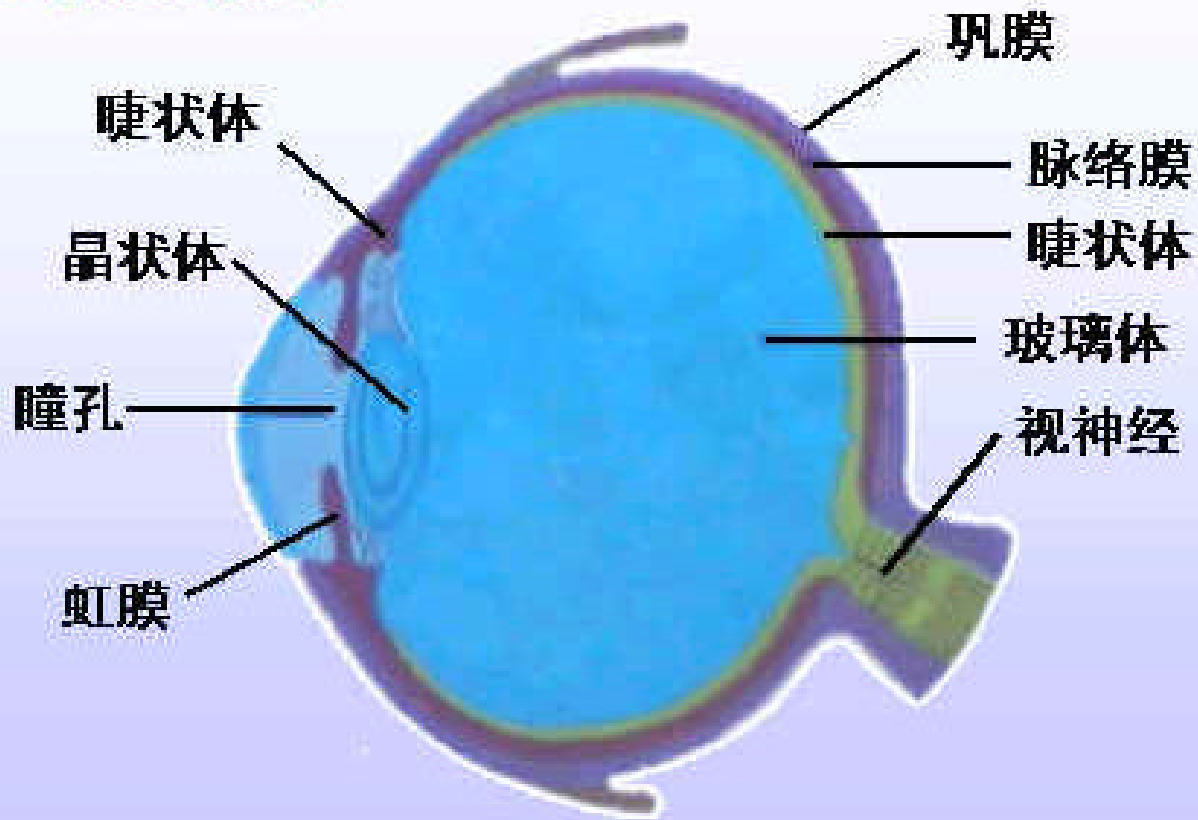
#### 2.眼球的构造

眼球可分球壁与内容两部分。

眼球内容包括三个部分：

# 眼球结构图示

## 眼球的结构





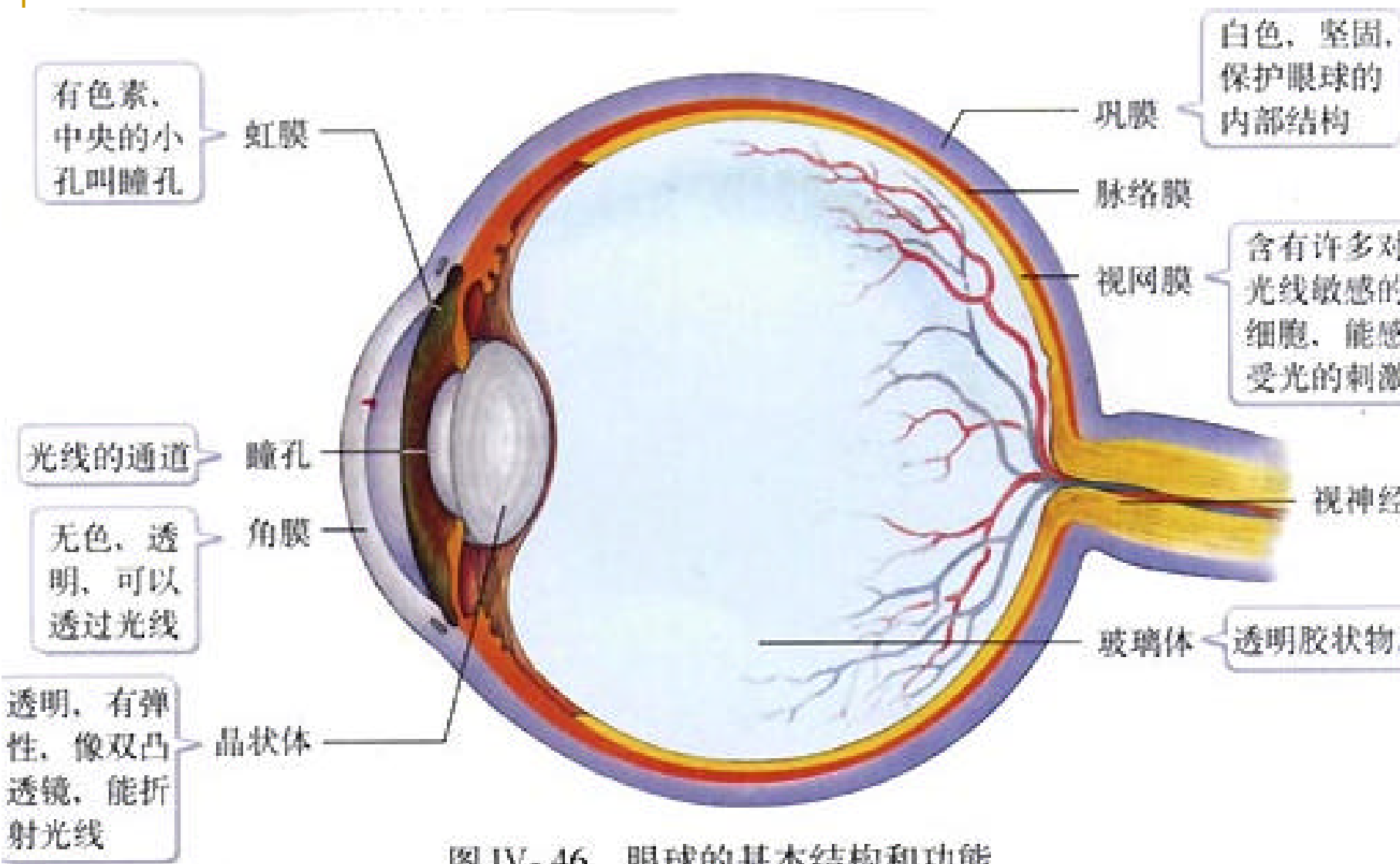


图 IV- 46 眼球的基本结构和功能

- (1) 最前面的有前房、后房。位于角膜与虹膜和晶状体之间的空间是前房，位于虹膜之后晶状体周围的是后房。前房和后房充满清亮的液体房水。房水由睫状体产生，从后房经过瞳孔流入前房，再流出眼球进入静脉。房水的主要功能是营养眼球和维持眼压。
  - (2) 晶状体。它是一个双凸面的透明体，在虹膜的后面，直径有9~10mm，由许多悬韧带挂在睫状体上。晶状体悬韧带是一种弹性组织，随着睫状体肌肉的收缩或放松，它可以使晶状体变凸或变平，就像照相机上的镜头一样可以调节焦点，使远近的物体都能看清楚。
  - (3) 玻璃体。它是像玻璃一样透明的组织，比鸡蛋还粘稠些，充满在晶状体后面眼球腔内。它除能透过光线外，主要起支撑眼球的作用。
-

## ■ (二)、造成视力减退的原因

- 造成视力减退的原因多种多样，主要有以下几种：
  - 各种类型的屈光不正，包括远视、近视、散光；
  - 晶状体混浊，即白内障；
  - 角膜混浊；
  - 玻璃体混浊及出血；
  - 视神经疾患，如：视神经萎缩、视神经炎、球后神经炎、慢性青光眼及中毒性弱视；
  - 眼球内出血；
  - 脉络或视网膜的肿瘤及视网膜脱离；
  - 急性青光眼；
  - 急性虹膜炎等。
-

#### ■ (四)、视力保护

- 加强体育锻炼、注意适当的营养，以增进身体健康
  - 1.增加户外运动，多接触大自然，常晒日光、呼吸新鲜空气；
  - 2.精神要愉快；
  - 3.生活要有规律，早睡早起，保持充分的睡眠；
  - 4.避免偏食或暴饮暴食。
  - 防止用眼过量。
  - 照明良好，读书写字姿势要正确
  - 适当选择富含VA的食物
  - 从营养角度来看，鱼肝油具有保护视力的功效，鱼肝油的主要成分是VA和VD，其中保护视力作用的成分是VA，如果过量服用鱼肝油，可引起VA中毒症状。VA的最好来源是各种动物的肝脏、鱼卵、全奶、奶油和禽蛋等。胡萝卜素在体内可变成VA，它在菠菜、豌豆、胡萝卜、辣椒、杏和柿子等食物中含量较为丰富，因此，多吃这些蔬菜或水果对视力具有保护作用。
-

## 二、具有缓解视疲劳的物质

- (一)、花色苷(类)(欧洲越桔提取物)
- 花色苷是广泛存在于水果、蔬菜中的一种天然色素，其中对保护视力功能最好的欧洲越桔(Whortleberry)和越桔(Cowberry)浆果中的花色苷类，已知有15种，
- 生理功能
- 保护毛细血管，促进视红细胞再生，增强对黑暗的适应能力。据法国空军临床试验，能改善夜间视觉，减轻视觉疲劳，提高低亮度的适应能力。欧洲药自1965年起即用作眼睛保健用品。给兔子静脉注射后，在黑暗下适应的初期，可促进视紫质的再合成，在适应末期，视网膜中视紫质含量也比对照者高很多。也曾给眼睛疲劳患者每天经口摄入250mg，能明显改善眼睛疲劳的自觉症状。
- 制备
- 用杜鹃花科植物欧洲越桔(*Vaccinium myrtillus*)或普通越桔(*V. vitisidaes*)的成熟浆果为原料，也可用榨汁后的果渣为原料，用3%稀盐酸液水溶液，以1:5(W/V)比例在50℃下浸提15min，如此浸提3次，可得96%色素；如同样用1%的盐酸乙醇液，条件相同，则提取2次即可，也有用0℃以下乙醇提取的。
- 4、安全性
- LD50 > 25g/kg(小鼠，经口)。
- 慢性毒性试验(大鼠26周)、变异原性试验，均阴性。

## ■ (二)、叶黄素

### ■ 1、主要成分

- 以叶黄素为主的各种类胡萝卜素，如新黄质（meoxanthin）、紫黄质（violaxanthin）。可含有被萃取植物中原来含有的油脂和蜡及萃取后为标准化而加入的食用植物油。

### ■ 生理功能

#### ■ 保护眼睛视力

- (1) 叶黄素是眼睛中黄斑的主要成分，故可预防视网膜黄斑的老化，对视网膜黄复病（一种老年性角膜浑浊）（AMD）有预防作用，以缓解老年性视力衰退等。
  - (2) 预防肌肉退化症（ARMD）所导致的盲眼病。由于衰老而发生的肌肉退化症可使65岁以上的老年人引发不能恢复的盲眼病。据美国眼健康保护组织估计，现在美国大约有1300万人存在肌肉退化症状，有120万人因此导致视觉损伤。预计到2050年，美国65岁以上的人数将达到现今的两倍。因此，这将成为重要的公共卫生问题。叶黄素在预防肌肉退化症方面效果良好，由于叶黄素在人体内不能产生，因此必须从食物中摄取或额外补充，尤其是老年人必须经常选用含叶黄素丰富的食物。为此美国于1996年建议60~65岁的人每天需补充叶黄素6mg。
  - (3) 眼睛中的叶黄素对紫外线有过滤作用，有保护由日光、电脑等所发射的紫外线所导致的对眼睛和视力的伤害作用。
-

## ■ 制备

- 叶黄素广泛存在于自然界的蔬菜中如甘蓝等以及水果如桃子、芒果、木瓜等中。叶黄素有8种异构体，难以人工合成，所以至今只有从植物中提取。一般由牧草或苜蓿或睡莲科植物莲的叶子经皂化除去叶绿素后，用溶剂萃取后而得。所用溶剂按FAO/WHO（1997）规定限用甲醇、乙醇、异丙醇、己烷、丙酮、甲乙酮和二氯甲烷。

- 德国Nutraceuticals公司从金盏花（亦称万寿菊，*Tagetes erecta*）花瓣（比菠菜中含量高20倍）中用己烷提取而得，其主要成分为叶黄素酯，能在人体内被代谢生成叶黄素。美国Kemin公司除从金盏花中提取外，还用猕猴桃为原料提取，并制成“超视力饮料”。也可以从微藻中提取而得。

## ■ 安全性

- ADI尚未规定（FAO/WHO，1994）。
-

### ■ (三)、富含维生素A的食物

- 维生素A与正常视觉有密切关系。如果维生素A不足，则视紫红质的再生慢而不完全，暗适应时间延长，严重时造成夜盲症。如果膳食中维生素A继续缺乏或不足将会出现干眼病，此病进一步发展则可导致角膜软化及角膜溃疡，还可出现角膜皱折等。维生素A最好的食物来源是各种动物肝脏、鱼肝油、鱼卵、禽蛋等；胡萝卜、菠菜、苋菜、苜蓿、红心甜薯、南瓜、青辣椒等蔬菜中所含的维生素A原能在体内转化为维生素A。

### ■ (四)、富含维生素C的食品

- 维生素C可减弱光线与氧气对眼睛晶状体的损害，从而延缓白内障的发生。富含维生素C的食物有柿子椒、西红柿、柠檬、猕猴桃、山楂等新鲜蔬菜和水果。
-



## ■ (五)、钙

- 钙与眼睛构成有关，缺钙会导致近视眼。青少年正处在生长高峰期，体内钙的需要量相对增加，若不注意钙的补充，不仅会影响骨骼发育，而且会使正在发育的眼球壁 - 巩膜的弹性降低，晶状体内压上升，致使眼球的前后径拉长而导致近视。
- 我国成人钙的供给量为800毫克/天，青少年每日供给量应有1000 ~ 1500毫克。含钙多的食物，主要有奶类、贝壳类（虾）、骨粉、豆及豆制品、蛋黄、深绿色蔬菜。

## ■ (六)、铬

- 缺铬易发生近视，铬能激活胰岛素，使胰岛发挥最大生物效应，如人体铬含量不足，就会使胰岛素功能发生障碍，血浆渗透压增高，致使眼球晶状体、房水的渗透压和屈光度增大，从而诱发近视。人体每日对铬的生理需求量为0.05~0.2mg。铬多存在于糙米、麦麸之中，动物的肝脏、葡萄汁、果仁中也较为丰富。

## ■ (七)、锌

- 锌缺乏可导致视力障碍，锌在体内主要分布在骨骼和血液中。眼角膜表皮、虹膜、视网膜及晶状体内也含有锌，锌在眼内参与维生素A的代谢与运输，维持视网膜色素上皮的正常组织状态，维持正常视力功能。含锌较多的食物有牡蛎、肉类、肝、蛋类、花生、小麦、豆类、杂粮等

## ■ (八)、珍珠

- 珍珠含95%以上的碳酸钙及少量氧化镁、氧化铝等无机盐，并含有多多种氨基酸，如亮氨酸、蛋氨酸、丙氨酸、甘氨酸、谷氨酸和天门冬氨酸等。珍珠粉与龙脑、琥珀等配成的“珍珠散”点眼睛可抑制白内障的形成。

## ■ (九)、海带

- 海带除含有碘外还含有1/3的甘露醇。晾干的海带表面有一层厚厚的“白霜”，它就是甘露醇，甘露醇有利尿作用，可减轻眼内压力，对急性青光眼有良好的功效。其他海藻类如裙带菜也含有甘露醇，也可用来作为治疗急性青光眼的辅助食品。

- 第二次世界大战期间，英国皇家飞行员每天的早餐中必须要有欧越莓，而且在每一次进行夜间任务前，会吃含有欧越莓果子或欧越莓的加工制品，不只因为它的美味，更重要的是它含有珍贵的营养成分花青素（Anthocyanosides），它对身体有许多益处，特别是对眼睛。
  - 欧越莓（Bilberry）又称为山桑子，原产地在北欧、美国北部及加拿大，是外观类似蓝莓的一种多年生灌木，结果期会长出黑色的圆形小浆果。这种「欧洲蓝莓」有别于「美国蓝莓」（Blueberry），欧洲传统医学上早已有研究发现它对视力有正面的影响，包括能提供眼睛所需的抗氧化营养素，促进眼睛对黑暗的适应能力，让视力更清晰，维护眼睛视网膜微血管的完整。叶子部分因含有可稳定血糖浓度的奎宁酸化合物及少量的单宁酸，因此被欧洲生药学界用泡茶作为糖尿病患者的保养之用。
-

■ 增加眼睛对明亮度的适应力 改善夜間的視力

欧越莓的高营养价值都要归功于含丰富的花青素营养成分，使它不像蓝莓只拿来当作果酱而已，在欧越莓的成熟果实中，曾被发现有超过15种的花青素成分。花青素是一群紅色到蓝色的植物色素，也是极佳天然抗氧化剂，可帮助清除视网膜内有毒的化学物质及自由基，因为自由基会对眼睛晶体或视网膜等造成伤害，而充足的抗氧化剂可减少自由基的伤害。经实验发现，花青素可以增强眼睛感光物质「视紫质」的生成，视紫质可以促进视觉的敏锐度，扩大眼睛在黑暗中的视野范围。

■ 改善视觉的敏锐度 保护眼睛的微血管

欧越莓中的花青素特别具有微血管的保护作用，维系血管的完整性、强化微血管的弹性，以促进血液循环，使眼球压力维持正常的状态。

■ 医学发现許多的眼睛問題，都和视网膜、眼球结构体及眼球压力有关，而这些状况都是眼部的血液循环不良引起的。尤其眼睛的微血管是所有器官中最細、密度最高，而眼睛的微血管负责输送所需的养分及氧气。另一份研究则显示，欧越莓具有保护眼睛細胞，调节眼睛结缔组织及肌肉弹性的功能。

■ 花青素除了保护眼睛的功能之外，包括白內障、老年黃斑退化症、视网膜病变等，还可以维持人体血液系統的正常运作。

花青素若配合維生素C可增加身体胶原的制造，以促进肌腱，韧带，软骨的强壮。除了欧越莓之外，我們还能从哪些食物摄取花青素呢？凡顏色如紅、紫、紅、紫、蓝色的蔬菜、水果或浆果，包括紅甜菜、红番茄、茄子、草莓、巨峰黑葡萄、加州李等都富含花青素营养成分，但是記得要吃下顏色深的部分才有用

# 第十二节 改善生长发育的功能性食品

## ■ 一、概述

- 体力与智力的高低是制约一个人成功与否的关键因素，一个民族的整体体力与智力水平是影响该民族兴衰盛衰的核心因素。现代社会物质文明的高度发达，为儿童的健康成长创造了很多有利条件，但同时也会导致儿童出现营养失衡现象。据统计，在我国儿童中，单纯性肥胖的约占10%，如不及时采取有效的对策，城市的肥胖儿童不久即可达到儿童总数的30%左右，而在农村及边远地区，儿童营养不良、营养素缺乏的现象依然十分严重。这不仅影响儿童的身心健康，有的甚至造成无法挽回的后果。因此，研究开发能促进儿童生长发育、提高智力的儿童功能食品，具有重大的经济效益和现实意义。

# (一)、儿童生长发育对营养物质的要求

## 1、能量

人和其他动物一样，每天都要从食物中摄取一定的能量以供生长、代谢、维持体温以及从事各种体力、脑力活动。能量的供给不足不仅会影响到儿童器官的发育，而且还会影响其他营养素效能的发挥，从而影响儿童正常的生长发育。

## 2、蛋白质

蛋白质是人体组织和器官的重要组成部分，参与机体的一切代谢活动。具有构成和修补人体组织、调节体液和维持酸碱平衡、合成生理活性物质、增强免疫力、提供能量等生理作用。儿童正处于生长发育的关键时期，充足蛋白质的摄入对保障儿童的健康成长具有至关重要的作用。如果蛋白质的供给不足或蛋白质中必需氨基酸的含量较低，则会造成儿童生长缓慢、发育不良、肌肉萎缩、免疫力下降等症状。

硒-----硒存在于机体的多种功能蛋白、酶、肌肉细胞中。硒的主要生理功能是通过谷胱甘肽过氧化物酶发挥抗氧化的作用，防止氢过氧化物在细胞内堆积及保护细胞膜，能有效提高机体的免疫水平。

### ■ 3、矿物元素

- .钙-----钙是构成骨骼和牙齿的主要成分，并对骨骼和牙齿起支持和保护作用。
  - 铁-----铁主要以血红蛋白、肌红蛋白的组成成分参与氧气和二氧化碳的运输，同时又是细胞色素系统和过氧化氢酶系统的组成成分，在呼吸和生物氧化过程中起重要作用。
  - .锌-----锌存在于体内的一切组织和器官中，肝、肾、胰、脑等组织中锌的含量较高。锌是体内许多酶的组成成分和激活剂。锌对机体的生长发育、组织再生、促进食欲、促进维生素A的正常代谢、性器官和性机能的正常发育有重要作用。
  - .碘-----碘是甲状腺素的成分，具有促进和调节代谢及生长发育的作用。碘供应不足会造成机体代谢率下降，会影响生长发育并易患缺碘性甲状腺肿大。
-

## ■ (二)、我国儿童存在的膳食营养问题

■ 在儿童营养问题上，既存在营养不良，又存在营养过剩的倾向，而且相当普遍和严重，这主要是受经济条件和饮食观念的影响。比如患有缺铁性贫血、缺钙性骨发育异常、某种维生素缺乏等症状，这需要引起全社会的广泛关注。

### ■ 1、新的特点：

■ 儿科的疾病谱明显改变

■ 感染性疾病出现新的特征

■ 3. 生存问题将不成为主要的问题

■ 4. 向营养失衡转变

■ 5. 不同地区儿童的健康水平表现不平衡。



## ■ 2、常见的营养缺乏病

### ■ 佝偻病

### ■ 缺铁性贫血

### ■ 锌缺乏症

- 蛋白质——能量营养不良是目前发展中国家较严重的营养问题，主要见于5岁以下儿童。近年来严重的水肿型蛋白质 - 能量营养不良在我国已很少见，但蛋白质轻度缺乏在一些地区仍然存在。发病原因主要是饮食中长期缺乏热能、蛋白质的结果。
-

### ■ 3、膳食结构不合理引发的问题

■ 肥胖症

■ 厌食

■ 偏食

■ 咀嚼功能不全

■ 少年儿童营养不良将给社会、经济发展带来巨大影响和损失。据统计，我国每年因少年儿童发育迟缓导致的经济损失已达80亿元；因缺碘造成的成年后智力损伤，使我国每年损失至少296亿元。营养健康对于培养21世纪的建设人才具有重要作用，也是我国在实现全面建设小康社会、迈向富裕过程中面临的一个重要课题。

### (三)、婴儿营养

#### 1、婴儿生长发育特点

婴儿是指从出生到满一周岁前。婴儿期是人类生命从母体内生活到母体外生活的过渡期，也是从完全依赖母乳的营养到依赖母乳以外食物的过渡时期。婴儿期是人类生命生长发育的第一高峰期，12月龄时婴儿体重将增至出生时的3倍。身长将增至出生时的1.5倍。婴儿期的前六个月，脑细胞的数量将持续增加，至6月龄时脑重增加至出生时的2倍（600～700g）后六个月脑部的发育以细胞体积增大及树突增多和延长为主，神经髓鞘形成并进一步发育，至一岁时，脑重达900～1000g接近成人脑重的2/3。同时婴儿的视觉、听觉、味觉等感觉器官开始发育。虽然婴儿的肠胃功能已开始发育，但仍然不完善，这时期应主要以母乳喂养为主。

## ■ 2、婴儿的营养需求特点

- 婴儿期是人类生长发育的第一时期，也是最重要的一个时期。此阶段婴儿生长发育快，对能量和营养的需求也相应提高。婴儿期营养主要是供给婴儿修补旧组织，增生新组织，产生能量和维持生理活动所需要的合理膳食。但此时婴儿的各种生理机能还没有发育完全，消化功能较差，婴儿的膳食又不同于成人，有一定特殊要求。
- 能量-----婴儿所需的能量主要包括五个方面：基础代谢所需的能量、成长所需的能量、活动所需的能量、排泄物的能量消耗和食物的特殊动力需要。0~0.5岁的婴儿的每日能量适宜摄入量为0.4MJ/kg体重，非母乳喂养应增加20%。
- 蛋白质-----生长旺盛的婴儿除正常的修补身体外，还要构成新的组织和细胞，因此所需的蛋白质要比成人多。自出生到一岁每日蛋白质的推荐摄入量为1.5~3g/kg（体重），且蛋白质的生物价不可太低，至少要求在70%~85%以上。婴儿的肾脏及消化器官未发育完全，过多的蛋白质摄入会加重肾脏负担，同时还会抑制机体对铁的吸收。
- 碳水化合物-----碳水化合物为婴儿提供的能量一般应占总能量的50%左右。一岁以内的婴儿需碳水化合物12g/(kg.d)，摄入不足会造成血糖降低，体内蛋白质消耗增加，摄入过多，碳水化合物会在肠内发酵生成大量的低级脂肪酸，会刺激肠蠕动引起腹泻，同时会使婴儿从小养成嗜甜食的不良习惯。
- 脂肪-----婴儿约需4~6g/(kg.d)的脂肪，脂肪提供的能量占婴儿总能量的45%（0~6个月）和30%~40%（7~12个月）。脂肪除供给必需脂肪酸外还促进脂溶性维生素的吸收。
- 矿物质-----人体所需的矿物质中对婴儿特别重要的有钙、磷、铁、碘和锌。
- 维生素-----婴儿缺乏任何一种维生素都会影响其正常的生长发育，在膳食中应特别注意维生素A、维生素D、维生素B1、维生素B2、烟酸和维生素C的供给。维生素A的推荐摄入量为400 μg/d，维生素D为10 μg/d，维生素B1为0.3mg/d，维生素B2为0.5mg/d，维生素C为40mg/d。
- 水-----水是人体正常生长发育过程中不可缺少的物质，水是营养物质输送和代谢物质排出的载体。年龄越小需水量越大，进食量大、摄入蛋白质和无机盐多者需水量多。婴儿需水约每日150ml/kg体重

### 3、 婴儿的营养膳食

■ 婴儿的母乳喂养-----母乳是世界上唯一的营养最全面的食物，是婴儿的最佳食品。

■ 母乳喂养具有以下优点：

■ (1) 母乳营养齐全。

■ (2) 母乳具有抗感染的能力。

■ (3) 母乳喂养有利于母子双方的心理健康。

### 4、 辅食的添加

■ 婴儿辅助食品又称断乳食品，主要是用于在充足母乳条件下的正常补充。在母乳喂养4~6月到1岁断乳期间，是一个长达6~8个月的断奶过渡期

■ 辅食的添加必须要考虑到婴儿的生长发育特点，如消化能力、咀嚼能力以及良好膳食习惯形成的引导。如六个月后婴儿开始长乳牙，这时就应该适时的添加一些半固体、固体食物给予婴儿咀嚼的机会，有利于其咀嚼能力的发展与完善。表21 - 3列出了部分辅食及其食用顺序：

■ 每开始供给孩子一种食物，都应从很少量开始，观察3天以上，然后才增加份量，或试用另一种食物。辅助食物往往从谷类，尤以大米、面粉的糊或汤开始，以后逐步添加菜泥、果泥、奶及奶制品、蛋黄、肝末及极碎的肉泥等。

## ■ (四)、幼儿营养

### ■ 1、幼儿生长发育及营养需求特点

### ■ 2、幼儿膳食

■ 幼儿膳食是从婴儿时期的以乳类为主过渡到以谷类为主，奶、蛋、鱼、禽、肉及蔬菜和水果为辅的混合膳食，其烹调方法与成人不一样，必须与幼儿的消化代谢能力相适应。

■ .以谷类为主的平衡膳食

■ .合理烹调

■ .膳食安排

---

## ■ (五)、学龄前儿童营养

### ■ 1、学龄前儿童生长发育及营养需求特点

### ■ 2、学龄前儿童存在的主要问题

■ .还没有形成良好的饮食习惯。此时期的儿童进餐时注意力分散，进餐时间长，并由此引起食物摄入不足而导致营养缺乏。

■ 此时期儿童蛋白质、能量的摄入不再是突出问题，而缺铁性贫血、维生素A缺乏、锌缺乏却是不容忽视的营养问题。

### ■ 3、学龄前儿童的膳食

## ■ (六)、学龄儿童营养

### ■ 1、学龄儿童生长发育及营养需求特点

### ■ 2、学龄儿童的营养问题

### ■ 3、学龄儿童的膳食

---

## ■ (七)、青少年营养

### ■ 1、青少年生长发育特点

### ■ 2、青少年营养需求特点

■ 能量-----青少年对能量的需求与生长发育速度及活动量成正比。一般来说，青春期的能量供给要超过从事体力劳动的成人。

■ 蛋白质-----蛋白质是身体各个组织的基本组成物质，青春期是生长发育的旺盛时期

■ 碳水化合物-----足够的碳水化合物供应可以减少蛋白质的消耗，以使蛋白质更好的发挥建造和修补身体组织的功能，每天应保证300~450g的糖类摄取。

■ 矿物质-----为满足骨骼迅速生长发育的需要，青春期钙的适宜摄入量为1000mg/d；青春期女性因月经每个月有固定的血液流失，因此铁的供给量应高于男性，中国营养学会的推荐摄入量为女性18~25mg/d，男性16~20mg/d。锌的供给量为15~19mg/d，碘的供给量为120~150mg/d。

■ 维生素-----维生素在维持机体代谢方面有不可替代的作用。为配合青春期较高的热量需求，B族维生素的供应量应适当增加；维生素C的需要量也需要增加，推荐的摄入量为90~100mg/d。

---



- 3、青少年的膳食
  - .多吃谷类，供给充足的能量
  - 保证鱼、肉、蛋、奶、豆类和蔬菜的摄入
  - 课间加餐食品
  - 青少年正处于生长发育的重要阶段，活动量大且学习任务繁重，对膳食热量和各种营养素需要量大，在早餐营养又得不到保证的情况下，采取课间加餐制尤为重要。课间加餐食品的要求：
    - （1）提供含量高、质优的蛋白质，并含钙、铁、维生素A、核黄素等微量元素的食品。
    - （2）提供的食物要适量，营养要均衡。
    - （3）食品必须符合卫生要求。
-

## 二、具有改善生长发育的物质

### ■ (一)、牛初乳

■ 牛初乳是指母牛产犊后7天内所分泌的乳汁。牛初乳所含物质丰富、全面、合理，含有多量各种生长因子，富含免疫球蛋白。

#### ■ 1性状

■ 色泽黄而浓稠，可混有血丝，有特殊乳腥味和苦味，热稳定性差。

#### ■ 2生理功能

■ 促进生长发育。牛初乳中含有大量的各种生长因子，避免了侏儒症、骨生长异常、细胞分裂及增生异常等。

■ 此外，牛初乳可增强免疫功能等。

#### ■ 3制法

■ 收集生犊7天内的牛初乳，迅速冷却到7℃以下后放在贮奶桶中，经冷藏专用车运到加工车间，检验合格后进行瞬间灭菌，经冷冻干燥而成。或瞬间灭菌后浓缩、喷雾干燥而成。

## ■ (二)、肌醇

### ■ 1性状

- 白色精细晶体或结晶性粉末。无臭，有甜味。熔点224~227 。在空气中稳定，对热、强酸和碱稳定。其水溶液对石蕊呈中性，无旋光性。每克溶于61ml水，难溶于乙醇，不溶于乙醚及氯仿。

### ■ 2生理功能

- 促进生长发育。肌醇是人、动物和微生物生长所必须的物质，能促进细胞生长，尤其为肝脏和骨髓细胞的生长所必须。人对肌醇的需要量为1~2g/d。
- 此外，肌醇还具有调节血脂、减肥、保护肝脏的作用。

### ■ 3制法

### ■ 4安全性

- LD5011g/kg(大鼠，经口)。
-

### ■ (三)、藻蓝蛋白

■ 藻蓝蛋白为一种藻类。

#### ■ 1性状

■ 蓝色颗粒或粉末。属蛋白质结合色素，因此具有与蛋白质相同的性质，等电点pH值3.4。溶于水，不溶于醇和油脂。对热、光、酸不稳定。在弱酸和中性下稳定（pH值4.5~8），酸性时（pH值4.2）发生沉淀，强碱可至脱色。

#### ■ 2生理功能

■ 藻类蛋白是一种氨基酸配比较好的蛋白质，有促进生长发育，延缓衰老等作用。能抑制肝脏肿瘤细胞，提高淋巴细胞活性，促进免疫系统以抵抗各种疾病。

#### ■ 3制法

■ 用蓝藻类螺旋属的宽胞节旋藻孢子在pH值8.5~11下以碳酸盐或二氧化碳为碳源的培养基中，在30~35℃下通气培养而得藻体，经干燥后用水抽提其中的色素和可溶性蛋白质，抽提液经真空浓缩后，喷雾干燥而成。

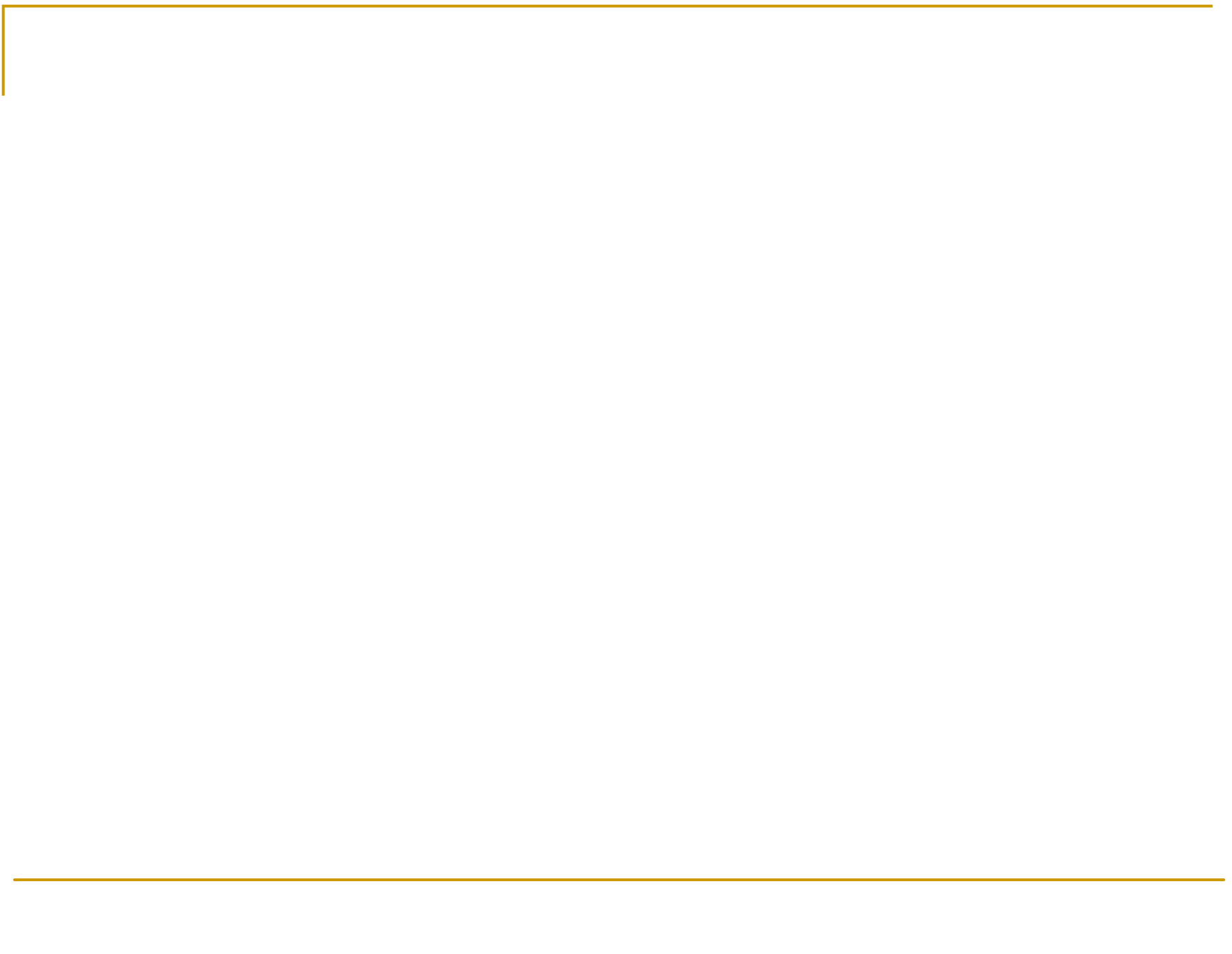
#### ■ 4安全性

■ LD50 > 30g/kg(大鼠，经口)。

■ 90天喂养试验，对动物生长、肝功能、肾功能均无影响，组织病理结构无异常。

## ■ 四、富锌食品

- 锌是促进人体生长发育的重要物质之一，对儿童的生长发育非常重要。富锌食品主要有肉类、蛋类、牡蛎、肝脏、蟹、花生、核桃、杏仁、土豆等。



## 十三节 辅助降血压的功能性食品

### — 概述

- 高血压是指收缩压或舒张压升高的一组临床症状候群。正常成年人的收缩压为12.0 ~ 18.7 kPa (90 ~ 140mmHg)，舒张压6.7 ~ 12.0kPa (50.4 ~ 90.2mmHg)。WHO规定凡成年人收缩压达21.3kPa (157mmHg)或舒张压达12.7kPa (95.5mmHg)以上的即可确诊为高血压。作为现代文明病之一的高血压是目前最常见的心血管疾病，对人类健康具有极大危害性。

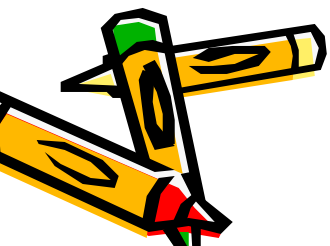
高血压存在着“三高”和“三低”的反病特点。“三高”是指：发病率高，据世界卫生组织估测，全世界有7亿人患有高血压，我国的高血压患病人数已达1.3亿。目前，我国对15岁以上人群抽样调查结果显示，全国高血压患病率已由1959年的5.11%上升到12%以上，超过1亿人，且目前仍以每年350万人的速度递增；致残率高，就脑中风而言，其中75%丧失劳动能力，40%重度致残，生活不能自理，肾功能衰竭者也以8%的速度递增；死亡率高，全世界每年有300万人死于高血压，“三低”是指：知晓率低，通常被人们称之为无预兆的疾病，只有大约35%的患者知道自己患有高血压；服药率低，主要是人们对高血压的危害未引起高度的重视，感觉不舒服就吃药，症状消失就停药，从而贻误终身；控制率低，调查显示，城市中仅有4.1%、农村仅有1.2%的高血压患者得到有效的控制。



## 高血压的发病机理

人的心脏就像一台泵，不停地将血液输入到动脉血管系统，血液在血管内流动时对血管壁产生的压力就称为血压，血压有动脉血压和静脉血压之分，我们平时说的是指动脉血压。高血压是指动脉血压高于正常值。

高血压分为原发性高血压和继发性高血压（也称症发性高血压）两种。继发性高血压是由于某些疾病引起的，如肾脏病、内分泌功能障碍、肾动脉狭窄、颅脑疾病等引起的，通常仅占高血压患者的10%左右，一般消除引起高血压的病因，高血压的症状即可消失。原发性高血压又称初发性或自发性高血压，发病原因尚未完全明确。



以下因素在高血压的发病机制中具有重要的作用：

### 1.遗传因素

原发性高血压病是一种多基因的遗传疾病，其基因的表达很大程度上受环境的影响，其基因表达的调控机制有待进一步的研究。遗传因素中，种族差别十分明显。美国黑人高血压患者是白人的2倍，高血压有明显的家族遗传倾向。

### 2.心排血量的改变

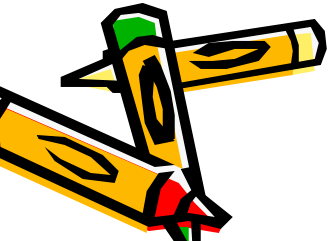
动脉血压水平主要依靠心排血量和外周血管阻力的调节，凡是能直接或间接导致心排血量增加和外周血管阻力增高的因素均可引起血压升高，反之，可使血压降低。此外，主动脉顺应性、血容量的改变等对血压也有调节作用。

### 3.肾脏功能

肾脏是调节水、电解质、血容量和排泄体内代谢物质的主要器官，肾功能异常会导致水、钠潴留和血容量增高，从而引起高血压。此外，肾脏还能分泌加压和降压的物质，因此肾脏在维持血压平衡方面具有重要的作用。

### 4.细胞膜离子转运异常

降低。在病理情况下，肾素 - 血管紧张素 - 醛固酮系统调节失衡可成为高血压发病的重要原因。通过对细胞膜两侧的钠离子和钾离子的浓度梯度的研究，发现原发性高血压患者存在着内向的钠钾协同运转功能的低下和钠泵受抑制，使细胞内的钠离子增加，后者不仅促进动脉管壁对血中某些收缩血管物质的敏感性增加，同时增加血管平滑肌细胞膜对钙离子的通透性，使血管中的钙离子增多，加强了血管平滑肌兴奋 - 收缩偶联，使血管收缩和（或）痉挛，导致外周血管的阻力增加和血压升高。



## 1. 血管张力增高管壁增厚

目前认为，循环的自身调节失衡，导致小动脉和小静脉张力增高，是高血压发生的重要原因。高血压患者总外周血管阻力增高不仅与血管张力有关，其物质基础与血管组织结构改变密切相关，主要表现为血管壁增厚，管壁中层平滑肌细胞肥大、增生和阻力血管变得狭窄和减少。

## 2. 交感神经活性增加

交感神经主要分布于心血管系统，交感神经兴奋性增高释放的儿茶酚胺主要作用于心脏，可导致心率加快，心肌收缩力加强和心排血量的增加。作为交感神经的主要递质之一的去甲肾上腺素具有强烈收缩血管和升压作用，表明交感神经功能紊乱在高血压的发病机制中具有一定的作用。目前认为交感神经的活性增加主要参与原发性高血压早期的始动机制，而对高血压状态的长期维持作用不大。

## 3. 肾素 - 血管紧张素 - 醛固酮系统

该系统由一系列激素及相应酶组成，它在调节水、电解质平衡、血容量、血管张力、血压等方面具有重要的作用。正常情况下，肾素、血管紧张素、醛固酮三者处于动态平衡中，相互反馈抑制。当血管紧张素增多时可引起肾血管的收缩，增加近端肾小管中钠离子的重吸收，从而抑制肾素分泌。肾素可抑制醛固酮的分泌，而醛固酮过多反过来又会使肾素分泌增加。

## 二、高血压的发病特点

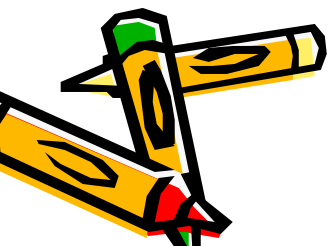
### （一）易发人群

精神紧张的人易患高血压。精神长期处于紧张状态是当今青年人患高血压的主要原因。精神长期高度紧张，易造成大脑皮层功能失调，影响交感神经和肾上腺素，促使心脏收缩加速，血输出量增多，导致血压升高。

食盐多的胖人易患高血压。肥胖和高盐摄入的人群易患高血压已得到国际社会广泛认可。因此胖人应合理安排饮食，少食盐，控制体重。

有吸烟嗜酒等不良习惯的易患高血压。虽然没有直接的证据证明吸烟嗜酒会导致高血压的发生，但对高血压患者的调查中发现有吸烟嗜酒等不良习惯的人占相当大的比例。所以已有高血压倾向的人必须戒烟戒酒。

糖尿病人易患高血压。



## 二) 现代高血压的发病趋势

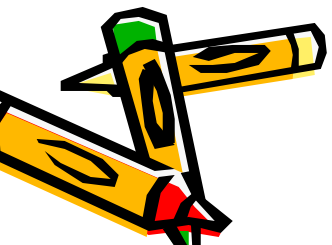
在大多人的意识中高血压是一种成人病，但近年来青少年高血压发病率却逐年增高，成为一个不容忽视的社会问题。造成青少年发病趋势增高的原因有以下几方面：

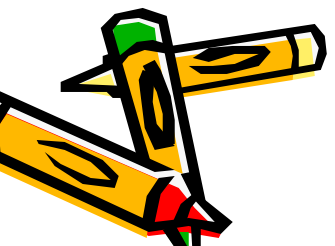
**遗传因素。**研究表明只要祖父、祖母一代有高血压、冠心病、脑中风病史，儿童的血压就会偏高，其中以脑中风影响最强。而父母一代又强于祖父母一代。有家族史阳性儿童高血压患病率是阴性组的3倍左右。

**肥胖和超重。**这是环境中最重要和最具决定性的因素，不同种族、年龄、性别均是如此。肥胖不仅使血压升高，而且还会使动脉粥样硬化提前发生，还会造成高血脂、糖尿病、脂肪肝。肥胖本身可使高血压的患病率提高2~3倍，但如与家族史阳性同时存在，则患病率不是简单的相加而是相乘的关系。

**不良的膳食习惯。**凡饮食习惯偏咸、偏高脂肪、低钙、钾、镁、纤维素者血压增高，因此合理的膳食对青少年预防高血压具有重要的作用。

**吸烟等不良习惯。**吸烟与高血压的发生关系虽然不是非常明确，但是吸烟者血清胆固醇及低密度脂蛋白升高，高密度脂蛋白降低，血小板的粘附性增高，聚集性增强，凝血时间缩短，血浆中纤维蛋白原浓度升高，这些都可促进动脉硬化。而且吸烟可引起青年冠心病、早发肺癌已成定论。



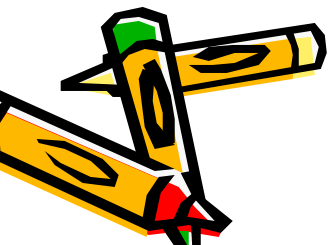


# 第四章 功能食品评价的基本原理与方法

对功能食品的评价是功能食品生产、销售、食用具有重要意义

评价包括毒理学评价和功能性评价、卫生学评价。卫生学评价报告同普通食品的相同，因此对功能食品的毒理学评价和功能性评价则成为对功能食品评价的关键内容。

评价方法涉及到生物学、病理学、实验动物学、解剖学、微生物学、生物化学、统计学等多学科的知识。



# 第一节 实验动物与动物试验技术概述



## 一、常用的实验动物

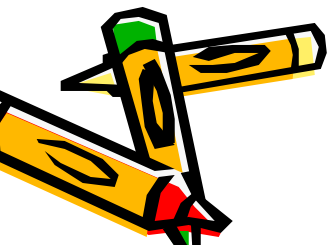
### (一) 大鼠 (*Rattus norvegicus*) (常用的重要动物)

哺乳纲 啮齿目 鼠科 性情遇惊吓时凶猛, 雄性之间殴斗. 食性广泛, 寿命3年, 性成熟期2-3月, 孕期30天, 一年产仔4-7胎, (5-9只). 哺乳期30天.

饲养: 安静、通风、18-25 、湿度30-50%。

长方铁丝笼 、5只、雌雄分养。

湿性蒸饼 (豆饼、面粉、玉米粉、高粱粉、麸子、鱼粉、骨粉、酵母、食盐等按比例) 上午喂一次, 30-35g。一定青饲料 (白菜、菠菜、胡萝卜 5-8g) 清洁水



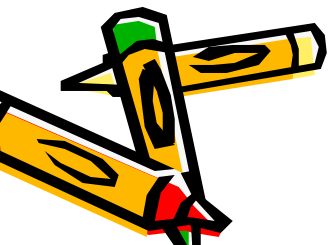


## ( ) 小鼠 (*Mus musculus*) (常用的重要动物)

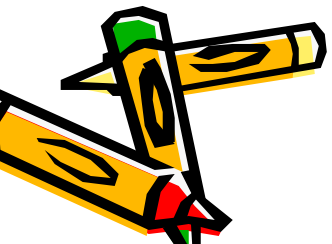
哺乳纲 啮齿目 鼠科 性情温顺,惯于夜间活动.对外界适应能力差,  
寿命2年,性成熟期雌:35-55天,雄:45-60天,孕期20-25天,一年产仔4-9  
胎,(2-1225-只).哺乳期30天.

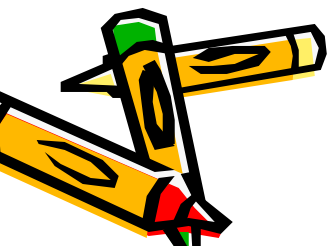
饲养:安静、通风、光线较暗、18-25℃、湿度50-60%。

长方铁皮鼠盒、10只、雌雄分养。生长速度快、耗粮少、易捉  
香脆干饼(豆饼、面粉、玉米粉、高粱粉、麸子、鱼粉、骨粉、酵  
母、食盐等按比例烤制)上午喂一次,30-35g。一定青饲料(白菜、菠  
菜、胡萝卜5-8g)清洁水



豚鼠、金仓鼠、狗、家兔、猕猴  
纯系动物：近亲繁殖（20代）





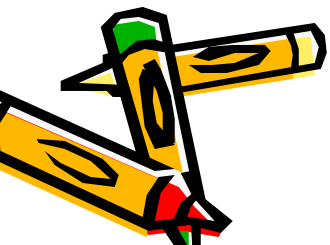
## 第二节 功能食品的毒理学评价原理与方法

对功能食品的毒理学评价是确保人群食用安全的前提

严格按照卫生部《食品安全性毒理学评价程序和方法》进行，

主要评价食品生产、加工、保藏、运输和销售过程中使用的化学和生物物质以及在这些过程中产生和污染的有害物质、食物新资源及其成分和新资源食品。

对于功能食品及功效成分必须进行《食品安全性毒理学评价程序和方法》中规定的第一、二阶段的毒理学试验，并依据评判结果决定是否进行三、四阶段的毒理学试验。若功能食品的原料选自普通食品原料或已批准的药食两用原料则不再进行试验。



# 一、食品安全性毒理学评价试验的四个阶段与试验原则

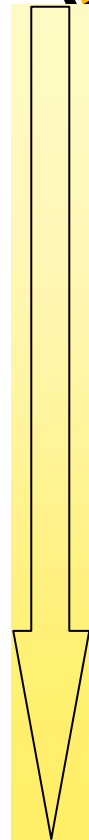
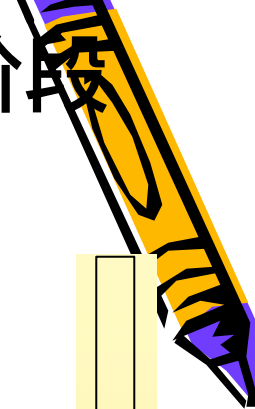
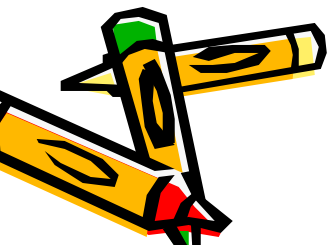
## (一) 试验的四个阶段

第一阶段：急性毒性试验，包括经口急性毒性（LD50）和联合急性毒性。

第二阶段：遗传毒性试验、传统致畸试验、短期喂养试验。

第三阶段：亚慢性毒性试验（90天喂养试验）、繁殖试验和代谢试验。

第四阶段：慢性毒性实验（包括致癌试验）



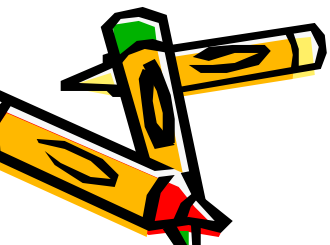
## (二) 试验原则


功能食品特别是功效成分的毒理学评价原则：

1. 凡属我国**创新**的物质一般要求进行**四个阶段的试验**。特别是对其中化学结构提示有慢性毒性、遗传毒性或致癌性可能者或产量大、使用范围广、摄入机会多者，必须进行全部四个阶段的毒性试验。

2. 凡属与已知物质（指经过安全性评价并允许使用者）的化学结构基本相同的衍生物或类似物，则根据第一、二、三阶段毒性试验结果判断是否需进行第四阶段的毒性试验。

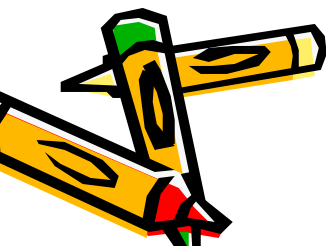
3. 凡属已知的化学物质，世界卫生组织已公布每人每日容许摄入量（ADI），同时又有资料证明我国产品的质量规格与国外产品一致，则可先进行第一、二阶段毒性试验，若试验结果与国外产品的结果一致，一般不要求进行进一步的毒性试验，否则应进行第三阶段毒性试验。





4. 食品新资源及其食品原则上应进行第一、二、三个阶段毒性试验，以及必要的人群流行病学调查。必要时应进行第四阶段试验。若根据有关文献资料及成分分析，未发现有害的物质，以及较大数量人群有长期食用历史而未发现有作用的天然动植物（包括作为调料的天然动植物的粗提制品）可以先进进行第一、二阶段毒性的试验，经初步评价后，决定是否需要进行进一步的毒性试验。

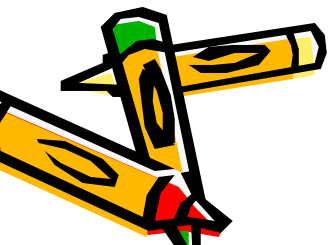
5. 凡属毒理学资料比较完整，世界卫生组织已公布日允许量或不需规定日允许量者，要求进行急性毒性试验和一项致突变试验，首选Ames试验或小鼠骨髓微核试验。



- 6. 凡属有一个国际组织或国家批准使用，但世界卫生组织未公布日许量，或资料不完整者，在进行第一、二阶段毒性试验后作初步评价，以决定是否需进行进一步的毒性试验。

7. 对于由天然植物制取的单一组分，高纯度的添加剂，凡属新产品需先进行第一、二、三阶段毒性试验，凡属国外已批准使用的，则进行第一、二阶段毒性试验。

- 8. 凡属尚无资料可查、国际组织未允许使用的，先进行第一、二阶段毒性试验，经初步评价后，决定是否需进行进一步试验。



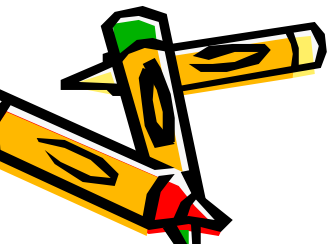


## 二、食品毒理学评价试验的目的 与试验内容

### 1. 第一阶段的急性毒性试验

**目的：**通过测定获得LD<sub>50</sub>（半致死剂量），了解受试物的**毒性强度、性质和可能的靶器官**，为进一步进行毒性试验的剂量和毒性判定指标的选择提供依据。

**试验内容：**急性毒性（LD<sub>50</sub>）试验、联合急性毒性试验。



## 2.第二阶段的遗传毒性试验、传统致畸试验、短期喂养试验

目的：

### (1) 遗传毒性试验

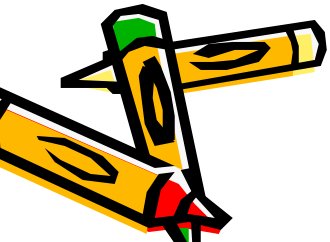
对受试物的遗传毒性以及是否具有潜在致癌作用进行筛选。

### (2) 传统致畸试验

了解受试物对胎仔是否具有致畸作用。

### (3) 短期喂养试验

对只需进行第一、二阶段毒性试验的受试物，在急性毒性试验的基础上，通过短期（30d）喂养试验，进一步了解其毒性作用，并可初步估计最大无作用剂量。

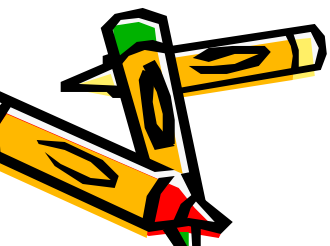


## 试验内容：

(1) 细菌致突变试验：鼠伤寒沙门氏菌/哺乳动物微粒体酶试验（Ames试验）为首选项目，必要时可另选和加选其他试验。

(2) 小鼠骨髓微核率测定或骨髓细胞染色体畸变分析

(3) 小鼠精子畸形分析和睾丸染色体畸变分析



3. 第三阶段：亚慢性毒性试验（90天喂养试验）、繁殖试验和代谢试验。

**目的：**观察受试物以不同剂量水平经较长期喂养后对动物的毒性作用性质和靶器官，并初步确定最大作用剂量；了解受试物对动物繁殖及对仔代的致畸作用，为慢性毒性和致癌试验的剂量选择提供依据。

**试验内容：**

90d喂养试验

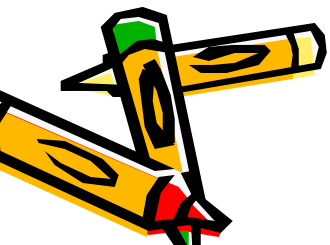
繁殖试验：

代谢试验：了解受试物在体内的吸收、分布和排泄速度以及蓄积性，寻找可能的靶器官；为选择慢性毒性试验的合适动物种系提供依据；了解有无毒性代谢产物的形成。



## 4. 第四阶段：慢性毒性试验（包括致癌试验）

**目的：**了解经长期接触受试物后出现的毒性作用，尤其是进行性或不可逆的毒性作用以及致癌作用；最后确定最大无作用剂量，为受试物能否应用于食品的最终评价提供依据。

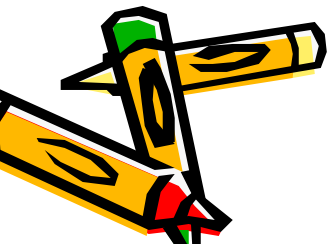


# 三、食品毒理学试验结果的判定

## (一) 急性毒性试验

如LD<sub>50</sub>剂量小于人的可能摄入量的10倍，则**放弃**该受试物用于食品，不再继续其他毒理学试验。

如大于10倍者，可进入下一阶段毒理学试验。凡LD<sub>50</sub>在人的可能摄入量的10倍左右时，应进行重复试验，或用另一种方法进行验证。



## (二) 遗传毒性试验

根据受试物的化学结构、理化性质以及对遗传物质作用终点的不同，并兼顾体外和体内试验以及体细胞和生殖细胞的原则，

鼠伤寒沙门氏菌/哺乳动物微粒体酶试验 (Ames试验)

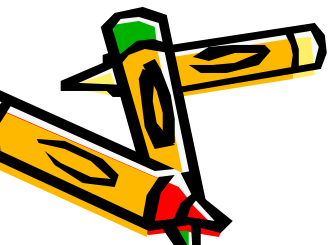
小鼠骨髓微核率测定

骨髓细胞染色体畸变分析

小鼠精子畸形分析

睾丸染色体畸变分析试验，

选择四项试验



## 结果判断原则：

**其中三项试验为阳性：**则表示该受试物很可能具有遗传毒性作用和致癌作用，一般应放弃该受试物应用于食品；毋需进行其他项目的毒理学试验。

**其中两项试验为阳性：**而且短期喂养试验显示该受试物具有显著的毒性作用，一般应放弃该受试物用于食品；如短期喂养试验显示有可疑的毒性作用，则经初步评价后，根据受试物的重要性和可能摄入量等，综合权衡利弊再作出决定。

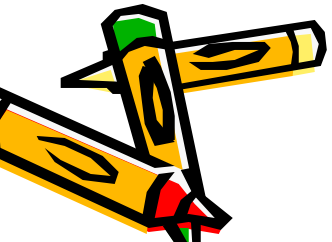
**其中一项试验为阳性，**则再选择V79/HGPRT基因突变试验、显性致死试验、果蝇伴性隐性致死试验，程序外DNA修复合成（UDS）试验中的两项遗传毒性试验。如再选的两项试验均为阳性，则无论短期喂养试验和传统致畸试验是否显示有毒性与致畸作用，均应放弃该受试物用于食品；如有一项为阳性，而在短期喂养试验和传统致畸试验中未见有明显毒性与致畸作用，则可进入第三阶段毒性试验。如四项试验均为阴性，则可进入第三阶段毒性试验。





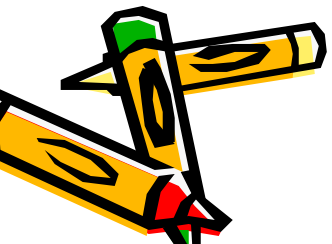
### (三) 短期喂养试验

在只要求进行两阶段毒性试验时，若短期喂养试验未发现有明显毒性作用，综合其他各项试验即可作出初步评价；若试验中发现有明显毒性作用，尤其是有剂量-反应关系时，则考虑进一步的毒性试验。



#### (四) 90d喂养试验、繁殖试验、传统致畸试验

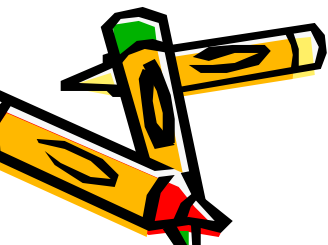
根据三项试验中所采用的最敏感指标所得的最大无作用剂量进行评价，最大无作用剂量小于或等于人的可能摄入量的100倍者表示毒性较强，应放弃该受试物用于食品。最大无作用剂量大于100倍而小于300倍者，应进行毒性试验。大于或等于300倍者则不必进行慢性毒性试验，可进行安全性评价。



## (五) 慢性毒性 (包括致癌) 试验

根据慢性毒性试验所得的最大无作用剂量进行评价, 最大无作用剂量小于或等于人的可能摄入量的50倍者, 表示毒性较强, 应放弃该受试物用于食品。最大无作用剂量大于50倍而小于100倍者, 经安全性评价后, 决定该受试物可否用于食品。最大无作用剂量大于或等于100倍者, 则可考虑允许使用于食品。

新资源食品、复合配方的饮料等在试验中, 若试样的最大加入量 (一般不超过饲料的5%) 或液体试样最大可能的浓缩物加入量仍不能达到最大无作用剂量为人的可能摄入量的规定倍数时, 则可以综合其他的毒性试验结果和实际食用或饮用量进行安全性评价。



# 四、食品安全性评价时需要考虑的因素

## (一) 人的可能摄入量

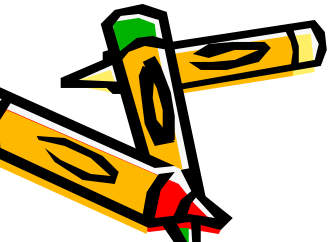
除一般人群的摄入量外，还应考虑特殊和敏感人群（如儿童、孕妇及高摄入量人群）。

## (二) 人体资料

由于存在着动物与人之间的种族差异，在将动物试验结果推论到人时，应尽可能收集人群接触受试物后反应的资料，如职业性接触和意外事故接触等。志愿受试者体内的代谢资料对于将动物试验结果推论到人具有重要意义。在确保安全的条件下，可以考虑按照有关规定进行必要的人体试食试验。

## (三) 动物毒性试验和体外试验资料

各项动物毒性试验和体外试验系统虽然仍有待完善，却是目前水平下所得到的最重要的资料，也是进行评价的主要依据。在试验得到阳性结果，而且结果的判定涉及到受试物能否应用于食品时，需要考虑结果的重要性和剂量-反应关系。



#### (四) 安全系数

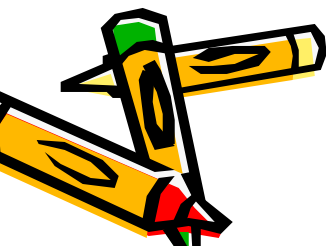
由动物毒性试验结果推论到人时，鉴于动物、人的种属和个体之间的生物特性差异，一般采用安全系数的方法，以确保对人的安全性。安全系数通常为100倍，但可根据受试物的理化性质、毒性大小、代谢特点、接触的人群范围、食品中的使用量及使用范围等因素，综合考虑增大或减小安全系数。

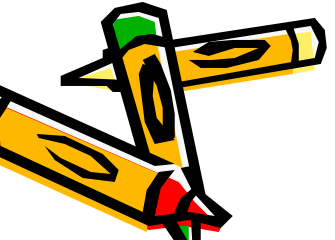
#### (五) 代谢试验的资料

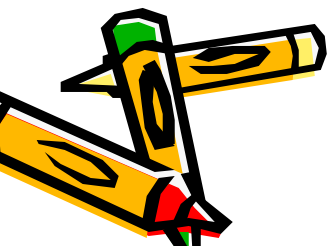
代谢研究是对化学物质进行毒理学评价的一个重要方面，因为不同化学物质、剂量大小，在代谢方面的差别往往对毒性作用影响很大。在毒性试验中，原则上应尽量使用与人具有相同代谢途径和模式的动物种系来进行试验。研究受试物在实验动物和人体内吸收、分布、排泄和生物转化方面的差别，对于将动物试验结果比较正确地推论到人具有重要意义。

#### (六) 综合评价

在进行最后评价时，必须在受试物可能对人体健康造成的危害以及其可能的有益作用之间进行权衡。评价的依据不仅是科学试验资料，而且与当时的科学水平、技术条件，以及社会因素有关。因此，随着时间的推移，很可能结论也不同。随着情况的不断改变，科学技术的进步和研究工作的不断进展，对已通过评价的化学物质需进行重新评价，作出新的结论。



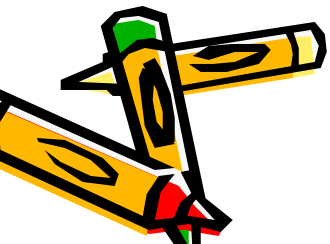




## 第二节 功能食品的功能学评价



- 对功能食品进行功能学评价是功能食品科学研究的核心内容，主要针对功能食品所宣称的生理功效进行动物学甚至是人体试验。本节将介绍评价功能食品的统一程序和试验规程。





# 一、功能学评价的基本要求

## (一) 对受试样品的要求

- 1. 应提供受试样品的原料组成或尽可能提供受试样品的物理、化学性质（包括化学结构、纯度、稳定性等）有关资料。
- 2. 受试样品必须是规格化的定型产品，即符合既定的配方、生产工艺及质量标准。
- 3. 提供受试样品的安全性毒理学评价的资料以及卫生学检验报告，受试样品必须是已经过食品安全性毒理学评价确认为安全的食品。功能学评价的样品与安全性毒理学评价、卫生学检验的样品必须为同一批次（安全性毒理学评价和功能学评价实验周期超过受试样品保质期的除外）。
- 4. 应提供功效成分或特征成分、营养成分的名称及含量。
- 5. 如需提供受试样品违禁药物检测报告时，应提交与功能学评价同一批次样品的违禁药物检测报告。

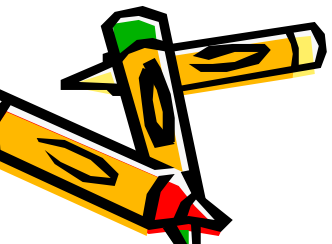


## (二) 对实验动物的要求

1. 根据各项实验的具体要求，合理选择实验动物。常用大鼠和小鼠，品系不限，推荐使用近交系动物。

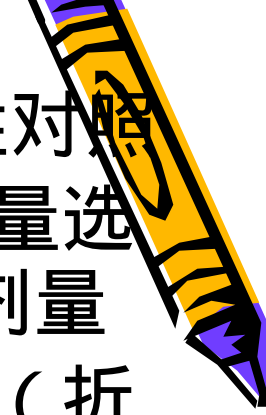
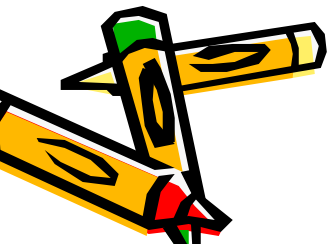
2. 动物的性别、年龄依实验需要进行选择。实验动物的数量要求为小鼠每组10~15只（单一性别），大鼠每组8~12只（单一性别）。

3. 动物应符合国家对实验动物的有关规定。



## (二) 对给受试样品剂量及时间的要求

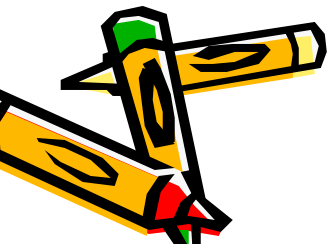
1. 各种动物实验至少应设3个剂量组，另设阴性对照组，必要时可设阳性对照组或空白对照组。剂量选择应合理，尽可能找出最低有效剂量。在3个剂量组中，其中一个剂量应相当于人体推荐摄入量（折算为每公斤体重的剂量）的5倍（大鼠）或10倍（小鼠），且最高剂量不得超过人体推荐摄入量的30倍（特殊情况除外），受试样品的功能实验剂量必须在毒理学评价确定的安全剂量范围之内。
2. 给受试样品的时间应根据具体实验而定，一般为30天。当给予受试样品的时间已达30天而实验结果仍为阴性时，则可终止实验。



#### (四) 对受试样品处理的要求

- 1. 受试样品推荐量较大，超过实验动物的灌胃量、掺入饲料的承受量等情况时，可适当减少受试样品的非功效成分的含量。
- 2. 对于含乙醇的受试样品，原则上应使用其定型的产品进行功能实验，其三个剂量组的乙醇含量与定型产品相同。如受试样品的推荐量较大，超过动物最大灌胃量时，允许将其进行浓缩，但最终的浓缩液体应恢复原乙醇含量，如乙醇含量超过15%，允许将其含量降至15%。调整受试样品乙醇含量应使用原产品的酒基。
- 3. 液体受试样品需要浓缩时，应尽可能选择不破坏其功效成分的方法。一般可选择60~70℃减压进行浓缩。浓缩的倍数依具体实验要求而定。
- 4. 对于以冲泡形式饮用的受试样品（如袋泡剂），可使用该受试样品的水提取物进行功能实验，提取的方式应与产品推荐饮用的方式相同。如产品无特殊推荐饮用方式，则采用下述提取的条件：常压，温度80~90℃，时间30~60分钟，水量为受试样品体积的10倍以上，提取2次，将其合并浓缩至所需浓度。

- （五）对给受试样品方式的要求
- 必须经口给予受试样品，首选灌胃。如无法灌胃则加入饮水或掺入饲料中，计算受试样品的给予量。
- （六）对合理设置对照组的要求
- 以载体和功效成分（或原料）组成的受试样品，当载体本身可能具有相同功能时，应将该载体作为对照。



## (七) 人体试食试验规程

### 评价食品保健作用时要考虑的因素

#### 1. 人的可能摄入量

除一般人群的摄入量外，还应考虑特殊的和敏感的人群(如儿童、孕妇及高摄入量人群)。

#### 2. 人体资料

由于存在动物与人之间的种属差异、在将动物试验结果外推到人时，应尽可能收集人群服用受试物的效应资料，若体外或体内动物试验未观察到或不易观察到食品的保健效应或观察到不同效应，而有关资料提示对人具有保健作用时，在保证安全的前提下，应进行必要的人体试食试验。

#### 3. 结果的重复性和剂量反应关系

在将评价程序所列试验的阳性结果用于评价食品的保健作用时，应考虑结果的重复性和剂量反应关系，并由此找出其最小有效作用剂量。

# 一、试验项目、试验原则及结果判定

## (一) 免疫调节作用

### 1. 试验项目:

#### (1) 动物试验

脏器/体重比值: a. 胸腺/体重比值      b. 脾脏/体重比值

细胞免疫功能测定

a. 小鼠脾淋巴细胞转化实验      b. 迟发型变态反应

体液免疫功能测定

a. 抗体生成细胞检测      b. 血清溶血素测定

单核 - 巨噬细胞功能测定:

a. 小鼠碳廓清试验      b. 小鼠腹腔巨噬细胞吞噬鸡红细胞试验

NK细胞活性测定

#### (2) 人体试食试验

细胞免疫功能测定

外周血淋巴细胞转化试验

体液免疫功能试验

单向免疫扩散法测定IgG、IgA、IgM

非特异性免疫功能测定

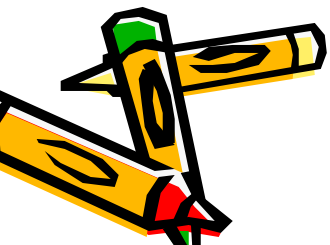
吞噬与杀菌试验

NK细胞活性测定



## 2. 试验原则

要求选择一组能够全面反映免疫系统各方面功能的试验，其中细胞免疫、体液免疫和单核——巨噬细胞功能三个方面至少各选择1种试验，在确保安全的前提下尽可能进行人体试食试验。

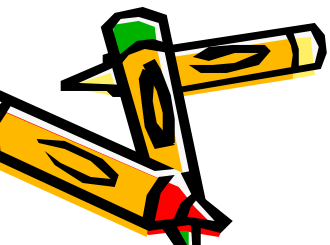




### 3. 结果判定

在一组试验中，受试物对免疫系统某方面的试验具有增强作用而对其他试验无抑制作用，可以判定该受试物具有该方面的免疫调节效应；对任何一项免疫试验具有抑制作用可判定该受试物具有免疫抑制效应。

在细胞免疫功能、体液免疫功能、单核 - 巨噬细胞功能及NK细胞功能检测中，如有两个以上(含两个)功能检测结果阳性，即可判定该受试物具有免疫调节作用。



## (一) 延缓衰老作用

### 1. 试验项目

#### (1) 动物试验

##### 生存试验

- a. 小鼠生存试验
- b. 大鼠生存试验
- c. 果蝇生存试验

##### 过氧化脂质含量测定

- a. 血(或组织)中过氧化脂质降解产物丙二醛(MDA)含量测定

##### 组织中脂褐质含量测定

##### 抗氧化活力测定

- a. 血(或组织)中超氧化物歧化酶(SOD)活力测定
- b. 血(或组织)中谷胱甘肽过氧化物酶(GSH - PX )活力测定



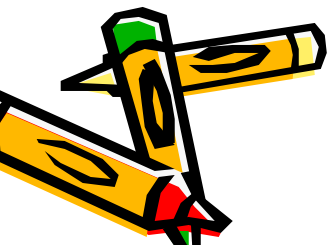
## (2) 人体试食试验

血中过氧化脂质降解产物丙二醛(MDA)

含量测定

血中超氧化物歧化酶(SOD)活力测定


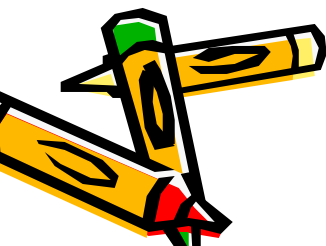
血中谷胱甘肽过氧化物酶(GSH - PX)活力测定



## 2. 试验原则

衰老机制比较复杂，迄今尚无一种公认的衰老机制学说，因而无单一、简便、实用的衰老指标可供应用，应采用尽可能多的试验方法，以保证试验结果的可信性。动物试验，除上述生存试验、过氧化脂质含量测定、抗氧化酶活力测定3个方面各选一项必做外，可能时应多选择一些指标(如脑、肝组织中单胺氧化酶(MAO-B)活力测定等)加以辅助。

生存试验是最直观、最可靠的实验方法，果蝇具有自下而上期短，繁殖快，饲养简便等优点，通常有多选果蝇作生存试验，但果蝇种系分类地位与人较远，故必须辅助过氧化脂质含量测定及抗氧化活力测定才能判断是否具有延缓衰老作用。生化指标测定应选用老龄鼠，除设老龄对照外，最好同时增设少龄对照，以比较受试物抗氧化的程度，必要时可将动物试验与人体试验相结合综合评价。

- 
- 3.结果判定
  - 若大鼠或小鼠生存试验为阳性，即可判定该受试物具有延缓衰老的作用。
  - 若果蝇生存试验、过氧化脂质和抗氧化酶三项指标均为阳性，即可判定该受试物具有延缓衰老的作用。
  - 若过氧化脂质和抗氧化酶两项为阳性，可判定该受试物具有抗氧化作用，并提示可能具有延缓衰老作用。
- 

## (三) 改善记忆作用

### 1. 试验项目

#### (1) 动物试验

跳台试验

避暗试验

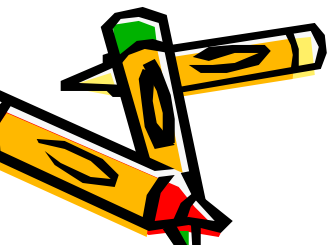
穿梭箱试验

水迷宫试验

#### (2) 人体试食试验

韦氏记忆量表

临床记忆量表



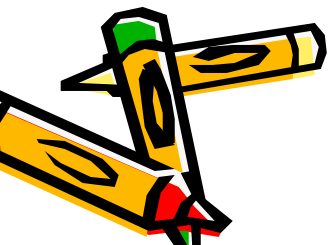
## 2. 试验原则

(1) 试验应通过训练前、训练后及重测验前3种不同的给予受试物方法观察其对记忆全过程的影响。

(2) 应采用一组(2个以上)行为学试验方法, 以保证实验结果的可靠性。

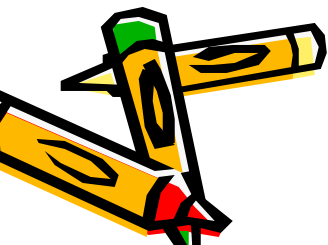
(3) 人体试食试验为必做项目, 并应在动物试验有效的前提下进行。

(4) 除上述试验项目外, 还可以选用嗅觉厌恶试验、味觉厌恶试验、操作式条件反射试验, 连续强化程序试验、比率程序试验、间隔程序试验。



### 3. 结果判定

动物试验2项或2项以上的指标为阳性，且2次或2次以上的重复测试结果一致，可以认为该受试物具有改善该类动物记忆作用；人体试食试验结果阳性，则可认为该受试物具有改善人体记忆作用。





(四) 促进生长发育作用

## 1. 试验项目

本功能试验研究是以动物学试验为研究基础

### (1) 胎仔情况

包括活胎数、雌雄比例、死胎数、分娩胎仔总数。

### (2) 体重及食物利用率

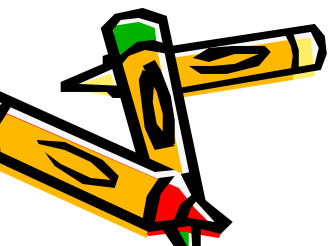
记录出生时及生后4、7、14、21、30、60d幼鼠的体重，计算断乳后幼鼠的食物利用率。

### (3) 生理发育指标

记录耳廓分离、门齿萌出、开眼、长毛时间、阴道开放、睾丸下降时间。

### (4) 神经反射指标

平面翻正、前肢抓力、悬崖回避、嗅觉定位、听觉警戒、负趋地性、回旋运动、视觉发育、空中翻正、游泳发育。



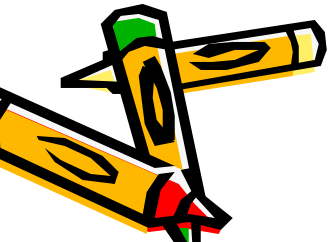
## 2. 试验原则

(1) 给受试物的时间可根据具体情况选择在母鼠孕期或哺乳期至成年期。

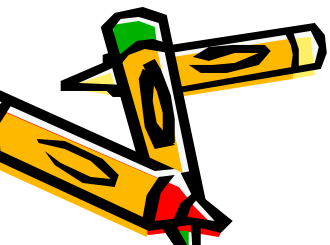
(2) 在神经反射指标中应选择一组(5个以上)的行为学试验方法，以保证结果的可靠性。

## 3. 结果判定

在胎仔情况、体重及食物利用率、生理发育、神经反射4类指标中有3类以上(含3类)指标为阳性，可认为受试物有促进生长发育的作用。



- (五) 抗疲劳作用
- 本功能试验研究是以动物学试验为研究基础
- 1. 试验项目
- (1) 运动试验
- a. 负重游泳试验
- b. 爬杆试验
- (2) 生物化学指标测定
- a. 血乳酸含量
- b. 血清尿素氮含量
- c. 肝/肌糖原比值测定

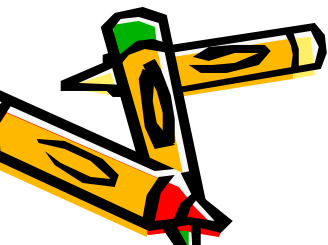


## 2. 试验原则

运动试验与生化指标检测相结合。在进行游泳或爬杆试验前，动物应进行初筛。除以上生化指标外，还可检测血糖、乳酸脱氢酶、血红蛋白以及磷酸肌酸等指标。

## 3. 结果判定

若1项以上(含1项)运动试验和2项以上(含2项)生化指标为阳性，即可以判断该受试物具有抗疲劳作用。



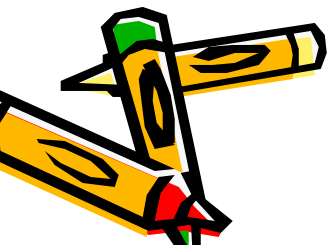
## （六）减肥作用

### 1. 减肥原则

（1）减除体现人多余的脂肪，不单纯以减轻体重为标准。

（2）每日营养素的摄入量应基本保证机体正常生命活动的要求。

（3）对机体健康无明显损害。



## 2. 试验项目

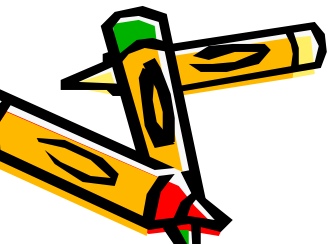
(1) 动物试验 ( 首先建立动物肥胖模型 )


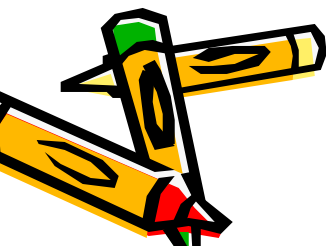
体重测定


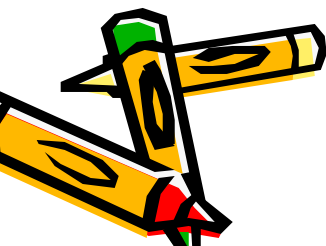
体内脂肪重量测定

(2) 人体试食试验

主要测定指标：体重、体重指数、腰围、腹围、臀围、体内脂肪含量。

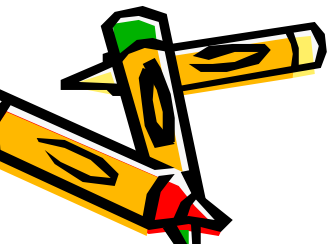


- 
- 3. 试验原则
  - 在进行减肥试验时，除上述指标必测外，还应进行机体营养状况检测，运动耐力测试以及与健康有关的其它指标的观察。该功能的人体试食试验为必做项目，动物试验与人体试食试验相结合，综合进行评价。
- 

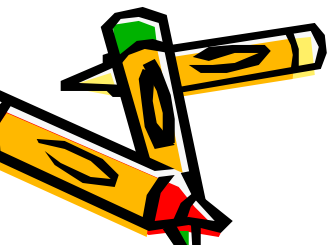
- 
- 4.结果判定
  - 在动物试验中，体重及体内脂肪重量2个指标均阳性，并且对机体健康无明显损害，即可初步判定该受试物具有减肥作用。
  - 在人体试食试验中，体内脂肪量显著减少，且对机体健康无明显损害，可判定该受试物具有减肥作用。
- 


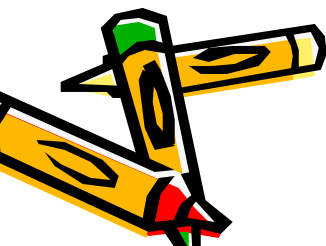


- (七) 耐缺氧作用
- 本功能试验研究是以动物学试验为研究基础
- 1. 试验项目
- 小鼠常压耐缺氧实验
- 2. 结果判定
- 耐缺氧实验阳性，说明该受试物具有耐缺氧作用。

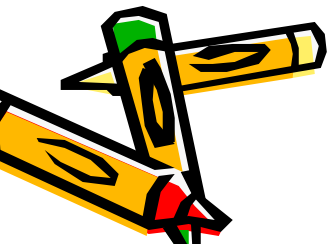



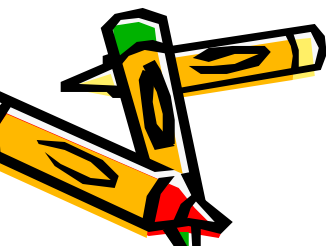
- (八) 抗辐射作用
- 本功能试验研究是以动物学试验为研究基础
- 1. 试验项目
- (1) 亚急性试验
- 30天存活率或平均存活时间
- 白细胞总数
- (2) 亚慢性或慢性试验
- 小鼠睾丸染色体畸变试验
- 小鼠骨髓细胞微核试验



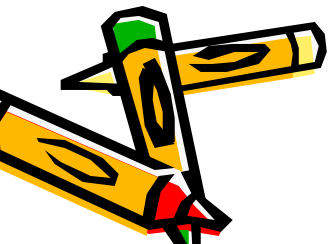
- 
- 2. 试验原则
  - 较高剂量一次辐射，选择亚急性试验；小剂量多次辐射，选择亚慢性或慢性试验。
  - 3. 结果判定
  - 亚急性试验项目中2项结果为阳性，则可判定该受试物对较高剂量一次辐射有拮抗作用。  
亚慢性或慢性试验中2项结果为阳性，则可判定该受试物对小剂量多次辐射有拮抗作用。
- 


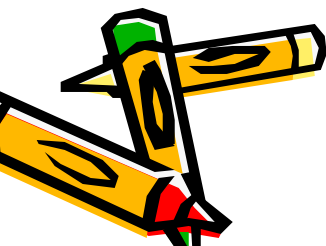
- (九) 抗突变作用
- 1. 试验项目
- Ames试验或V79细胞基因突变试验
- 小鼠骨髓细胞微核试验
- 小鼠睾丸染色体畸变试验



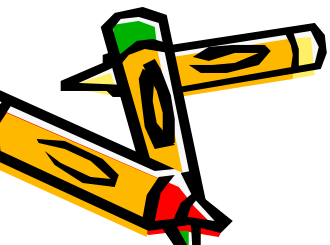
- 
- 2. 试验原则
  - Ames试验与V79细胞基因突变试验任选一项，采用体内与体外试验相结合的原则。
  - 3. 结果判定
  - 抗突变三项试验中有两项为阳性时，则可判定该受试物具有抗突变作用。
- 

- (十) 抑制肿瘤作用
- 1. 试验项目
- (1) 动物诱发性肿瘤试验
- (2) 动物移植性肿瘤试验
- (3) 免疫功能试验
- NK细胞活性测定
- 单核 - 巨噬细胞功能测定


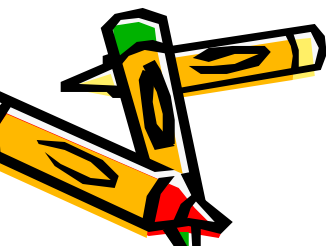


- 
- 2.试验原则
  - 动物诱发性肿瘤试验及动物移植性肿瘤试验两项中任选一项，同时必做2项免疫功能试验
  - 3.结果判定
  - 动物诱发性肿瘤试验及动物移植性肿瘤试验两项试验中有一项为阳性，并且对免疫功能无抑制作用，则可判定该受试物具有抑制肿瘤的作用。
- 

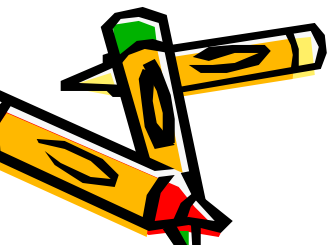
- (十一) 辅助降血脂
- 1. 试验项目
- (1) 动物实验
- 体重
- 血清总胆固醇
- 甘油三酯
- 高密度脂蛋白胆固醇
- (2) 人体试食试验
- 血清总胆固醇
- 甘油三酯
- 高密度脂蛋白胆固醇





- 
- 2. 试验原则
  - (1) 动物实验和人体试食试验所列指标均为必测项目。
  - (2) 动物实验选用脂代谢紊乱模型法，预防性或治疗性任选一种。用高胆固醇和脂类饲料喂养动物可形成脂代谢紊乱动物模型，再给予动物受试样品或同时给予受试样品，可检测受试样品对高脂血症的影响，并可判定受试样品对脂质的吸收、脂蛋白的形成、脂质的降解或排泄产生的影响。
- 

- (3) 在进行人体试食试验时，应对受试样品的食用安全性作进一步的观察后进行。选择单纯血脂异常的人群，保持平常饮食，半年内采血2次，如两次血清总胆固醇（TC）均为5.2~6.24mmol/L或血清甘油三酯（TG）1.65~2.2mmol/L，均可作为备选对象，受试者最好为非住院的高血脂症患者，自愿参加试验。受试期间保持平日的生活和饮食习惯，空腹取血测定各项指标。但年龄在18岁以下或65岁以上者、妊娠或哺乳期妇女、对功能食品过敏者、合并有心、肝、肾和造血系统等严重疾病、精神病患者、短期内服用与受试功能有关的物品，影响到对结果的判断者、未按规定食用受试样品，无法判定功效或资料不全影响功效或安全性判断者不可作为人体试食试验对象。



## 3. 结果判定

### (1) 动物实验

#### 辅助降血脂结果判定

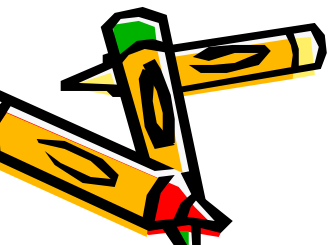
在血清总胆固醇、甘油三酯、高密度脂蛋白胆固醇三项指标检测中血清总胆固醇和甘油三酯二项指标阳性，可判定该受试样品辅助降血脂动物实验结果阳性。

#### 辅助降低甘油三酯结果判定

甘油三酯二个剂量组结果阳性；甘油三酯一个剂量组结果阳性，同时高密度脂蛋白胆固醇结果阳性，可判定该受试样品辅助降低甘油三酯动物实验结果阳性。

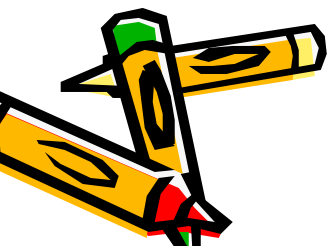
#### 辅助降低血清总胆固醇结果判定

血清总胆固醇二个剂量组结果阳性；血清总胆固醇一个剂量组结果阳性，同时高密度脂蛋白胆固醇结果阳性，可判定该受试样品辅助降低血清总胆固醇动物实验结果阳性。

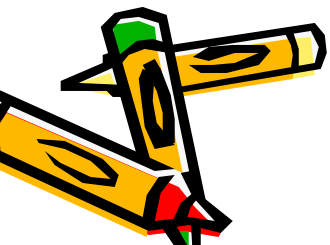



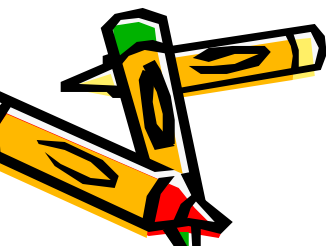
## (2) 人体试食试验


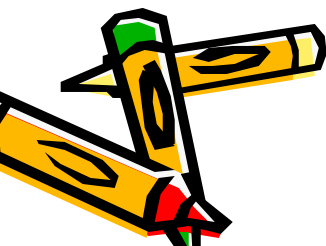
血清总胆固醇、甘油三酯、高密度脂蛋白胆固醇三项指标检测中，血清总胆固醇和甘油三酯二项指标阳性，可判定该受试样品具有辅助降血脂作用；血清总胆固醇、甘油三酯两项指标中任一项指标阳性，同时高密度脂蛋白胆固醇结果阳性，可判定该受试样品具有辅助降低血清总胆固醇或辅助降低甘油三酯作用。



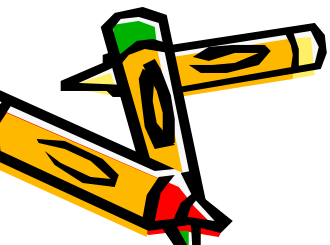
- (十二) 清咽功能
- 1. 试验项目
- (1) 动物试验
- 大鼠棉球植入试验
- 大鼠足趾肿胀试验
- (2) 人体试食试验
- 咽部症状、体征




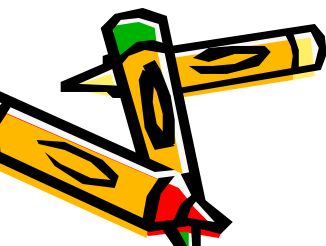
- 
- 2.试验原则
  - (1) 动物实验和人体试食试验为必做项目。
  - (2) 大鼠棉球植入实验和大鼠足趾肿胀实验任选其一。
  - (3) 在进行人体试食试验时，应对受试样品的食用安全性作进一步的观察后进行。选择慢性咽炎人群，主观症状有咽痛、咽痒、咽干、干咳、异物感、多言加重等。
- 


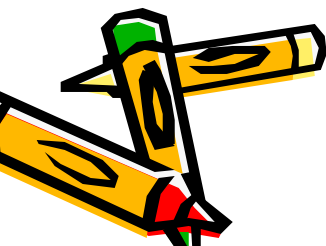
- 
- 3.结果判定
  - (1) 动物实验
  - 大鼠棉球植入实验或大鼠足趾肿胀实验结果阳性，可判定受试样品清咽动物实验结果阳性。
  - (2) 人体试食试验
  - 咽部症状、体征明显改善，症状、体征的改善率明显增加，可判定受试样品具有清咽的作用。
- 


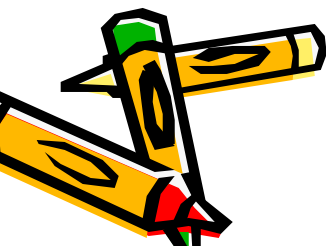
- (十三) 调节血糖
- 1. 试验项目
- (1) 动物实验
- 高血糖模型动物的空腹血糖值、糖耐量试验。
- 正常动物的降糖试验。
- (2) 人体试食试验
- 空腹血糖值、糖耐量试验、胰岛素测定、尿糖测定。





- 
- 2.试验原则
  - (1) 建立高血糖动物模型，常用四氧嘧啶作为建模药物。
  - (2) 人体试食试验是必须项目，在动物学试验有效基础上并对受试样品的食用安全性作进一步的观察后进行。试验人群为 型糖尿病患者，除测定规定的指标外，应加测一般健康指标。
- 

- 
- 3.结果判定
  - (1) 动物实验
  - 动物学试验有一项指标阳性；
  - (2) 人体试食试验的空腹血糖值、糖耐量试验两项指标中有一项阳性，胰岛素又未升高，可判定受试样品有降血糖作用。
- 

- 
- (十四) 改善胃肠道功能
  - 改善胃肠功能表现在多方面：促进消化吸收功能、改善胃肠道菌群功能、润肠通便、保护胃粘膜功能。分述如下：
  - 1. 促进消化吸收功能
  - (1) 试验项目
  - 动物试验
  - 体重、食物利用率、胃肠运动实验、消化酶活性、小肠吸收实验
  - 人体实验
  - 食欲、食量、胃胀腹感、大便性状与次数、体征症状、体重、血红蛋白、胃肠运动实验、小肠吸收实验。
- 

## (2) 试验原则

动物试验与人体试验中的所列项目均为必做项目，人体试验还应增加一般健康指标。

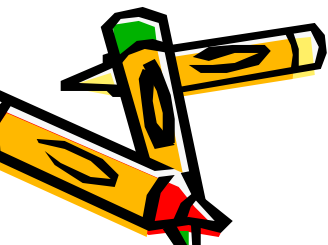
针对纠正儿童食欲不振或成人消化不良者可从所列项目中选择重点项目。

## (3) 结果判定

动物实验中胃肠运动实验、消化酶活性、小肠吸收实验三项中一项阳性，检测结果判定为阳性。

针对纠正儿童食欲不振时，重点观察人体试验中食欲、食量明显增加，体重、血红蛋白项中有一项阳性，检测结果判定为有促进消化吸收功能。

针对成人消化不良时，项目中体征症状、胃肠运动实验、小肠吸收实验项中一项阳性，检测结果判定为有促进消化吸收功能。



## 2.改善胃肠道菌群功能

### (1) 试验项目（肠道菌群以cfu/g粪便计）

#### 动物试验

双歧杆菌、乳杆菌、肠球菌、肠杆菌、产气荚膜梭菌。

#### 人体实验

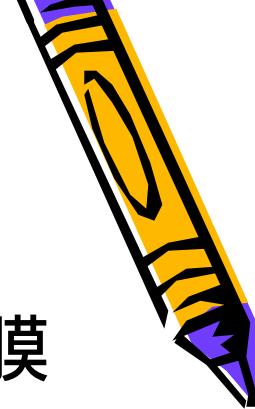
双歧杆菌、乳杆菌、肠杆菌、产气荚膜梭菌。

### (2) 试验原则

动物与人体所列检验项目均为必测项目。

人体试验为必做项目，还可以加测一般健康指标。

动物可用正常动物或肠道菌群紊乱动物模型。



### (3) 结果判定

#### 动物试验

A双歧杆菌、乳杆菌明显增加，肠球菌、肠杆菌增加但幅度小于双歧杆菌、乳杆菌的增幅，产气荚膜梭菌减少或无变化；B双歧杆菌、乳杆菌明显增加而产气荚膜梭菌减少或无变化、肠球菌、肠杆菌无变化。上两项中一项符合可判定为阳性。

#### 人体试食试验

A双歧杆菌、乳杆菌明显增加，肠球菌、肠杆菌增加但幅度小于双歧杆菌、乳杆菌的增幅，产气荚膜梭菌减少或无变化；B双歧杆菌、乳杆菌明显增加而产气荚膜梭菌减少或无变化、肠球菌、肠杆菌无变化。上两项中一项符合可判定有改善胃肠道菌群功能



### 3.润肠通便功能

#### (1) 试验项目

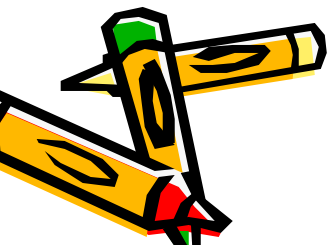
动物试验：体重、小肠吸收实验(小肠推进速度)、排便时间、粪便重量或粒数、粪便性状。

#### (2) 试验原则

制造便秘动物模型，与正常对照动物一起实验。  
不得引起动物腹泻。

#### (3) 结果判定

动物实验:粪便重量或粒数明显增加，小肠吸收实验、排便时间一项阳性，检测结果判定为有润肠通便功能。



#### 4. 保护胃粘膜功能

##### (1) 试验项目

###### 动物试验

胃粘膜损伤情况（损伤面积、溃疡情况）。

###### 人体试验

胃部症状、体征、X线钡餐或胃镜检查胃粘膜情况。

##### (2) 试验原则

人体试验为必测项目。

人体试验还可加测一般健康状况指标。

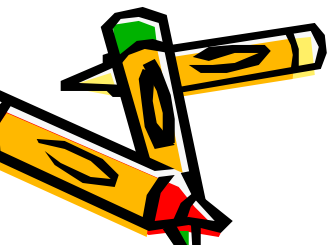
##### (3) 结果判定

###### 动物试验

胃粘膜损伤情况有明显改善，判定为阳性。

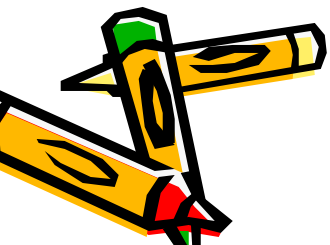
###### 人体试食试验


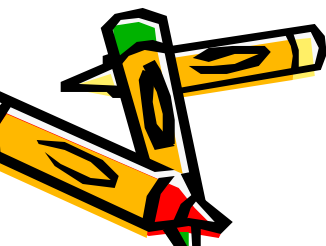
胃部症状、体征明显改善，胃粘膜损伤症状好转，可判定为有保护胃粘膜功能。





- (十五) 改善睡眠
- 1. 试验项目
- 动物试验:
  - 体重。
  - 睡眠时间。
  - 睡眠发生率。
  - 睡眠潜伏期。
  - 观察指标: 给被检样品在阈上剂量有催眠作用下是否延长睡眠时间; 在阈下剂量作用下是否加快入睡时间。



- 
- 2.试验原则
  - (1)体重及另三项为必测项目。
  - (2)观测被检样品对催眠剂(巴比妥或戊巴比妥)在阈上或阈下剂量时的催眠作用。
  - 3.结果判定
  - 体重以外三项检测项目中两项为阳性，检测结果判定为有改善睡眠功能。
- 

(十六) 改善营养性贫血

## 1. 试验项目

(1) 动物试验 (所列项目均为必测项目)

体重

血红蛋白

红细胞压积

血清铁蛋白

红细胞游离原卟啉

组织细胞铁

(2) 人体试验

体重

血红蛋白

红细胞压积

血清铁蛋白

红细胞游离原卟啉



- 2. 试验原则

- (1) 所列项目均为必测项目。
- (2) 人体可加测一般健康指标。
- (3) 贫血: 按现行临床标准诊断。

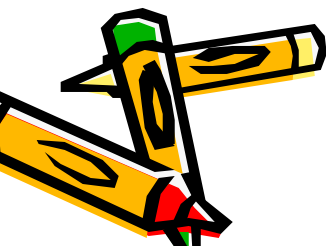
- 3. 结果判定

- (1) 动物实验

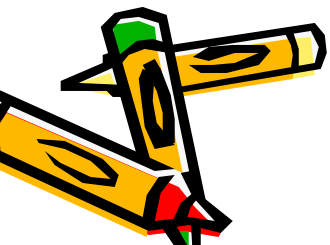
- 项阳性                      四项中任一项阳性，检测结果判定为阳性。

- (2) 人体实验

- 项阳性                      四项中任一项阳性，结果判定为有改善营养性贫
- 血功能。



- (十七) 对化学性肝损伤有保护作用
- 1. 试验项目
- (1) 动物试验
- 体重
- 谷丙转氨酶(ALT)
- 谷草转氨酶(AST)
- 肝组织病理
- 2. 试验原则
- (1) 所列项目均为必测项目。
- (2) 还可加测肝中丙二醛、GSH、甘油三酯。
- 3. 结果判定
- 肝组织病理阳性、  
性肝损伤的保护作用、  
项中任一项阳性，检测结果判定为具有对化学



(十八) 促进泌乳

## 1. 试验项目

(1) 动物实验：以下所列项目均为必测项目  
泌乳量。

仔鼠的发育状况如：体重与身长。

(2) 人体试食试验

泌乳量。

母乳质量：乳汁蛋白质含量、脂肪含量。

婴儿生长发育状况观察。

## 2. 试验原则

(1) 所列项目均为必测项目。

(2) 人体试验还可选用母体乳房感觉、乳儿其他发育指标、乳汁质量指标。

## 3. 结果判定


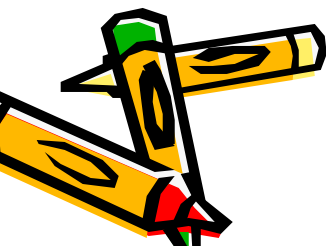
(1) 动物试验

泌乳量增加、与对照组相比仔鼠体重、身长增加明显，结果判定为阳性。

(2) 人体试食试验

泌乳量增加、婴儿身高、体重增加、乳汁质量改善或不低于对照组，试验结果判定为具有促进泌乳功能。



- 
- (十九) 美容
  - 美容表现在多方面，具体功能应予明确。
  - 1.祛痤疮功能
  - (1) 试验项目
  - 人体试验:痤疮数量、皮肤损害情况、皮脂分泌状况。
  - (2) 结果判定
  - 人体试验所列三项指标中二项阳性，且不产生新痤疮，检测结果判定为有祛痤疮功能。
  - 皮脂分泌减少，不产生新座疮，其他两项指标虽无明显改善，可认为有减少皮腺分泌作用。
- 

## 2. 祛黄褐斑功能

### (1) 试验项目

人体试验:黄褐斑面积、黄褐斑颜色。

### (2) 结果判定

黄褐斑面积与颜色有改善,且不产生新黄褐斑,检测结果判定为有祛黄褐斑功能。

## 3. 祛老年斑功能

### (1) 试验项目

#### 动物试验

过氧化脂质(如脂褐质)含量、抗氧化酶(SOD、GSH-PX)活性、皮肤羟脯氨酸含量。

#### 人体试验

老年斑面积或数量、老年斑颜色、过氧化脂质含量、抗氧化酶(SOD、GSH-PX)活性。

### (2) 试验原则

所列动物及人体试验项目均为必测项目。

人体试验还应加测一般健康指标。

### (3) 结果判定

#### (1) 动物试验

三项中有二项阳性,检测结果判定为阳性。

#### (2) 人体试验

老年斑面积或数量、老年斑颜色明显改善;过氧化脂质含量、抗氧化酶(SOD、GSH-PX)活性有一项阳性,可判定受试物有祛老年斑功能。





## 4.保持皮肤水分、油脂和pH

### (1) 试验项目

人体试验:

(1)皮肤水分。

(2)皮肤油脂。

(3)皮肤pH测定。

### (2) 试验原则

所列项目必测。

### (3) 结果判定

皮肤水分及油脂保持、皮肤pH测定阳性，检测结果判定为有保持皮肤水分、油脂和pH功能。对皮肤水分及油脂保持也可分别测定。



## 5. 丰乳功能

### (1) 试验项目

人体试验:乳房体积、体重、体内脂肪含量、性激素的测定。

### (2) 试验原则

用多种方法测乳房体积，保证结果准确。

所列项目必测外，还应做乳腺钼靶X线摄像及一般健康指标。

检测被检样品是否含性激素。

### (3) 结果判定

乳房体积增加，体重与体内脂肪含量无明显变化，性激素在正常水平，检测结果判定为有丰乳功能。



## (二十一) 改善视力

### 1. 试验项目

人体试验:

- (1) 一般健康状况临床检查。
- (2) 眼部自觉症状。
- (3) 视力、屈光度、暗适应检测。

### 2. 试验原则

排除眼外伤、感染、器质性病变及其他非保健食品所能纠正的眼疾患人群。

### 3. 结果判定

- (1) 试验组试验前后比较和试验后试验组与对照组比较。
- (2) 眼部症状积分提高, 裸眼视力提高, 屈光度降低0.5OD以上, 暗适应恢复或改善, 一般健康状况无异常, 检测结果判定为有改善视力功能。其中, 裸眼视力提高二行以上为有效、三行以上为显效。



(二) 促进排铅

## 1. 试验项目

### (1) 动物试验

以醋酸铅给实验组和对照组或用醋酸铅制造的动物铅中毒模型。

检测指标: 体重、血铅、骨铅、肝铅、脑铅。

### (2) 人体试验

血铅、尿铅。

## 2. 试验原则

(1) 动物可加测其他组织铅含量及血液生化指标。

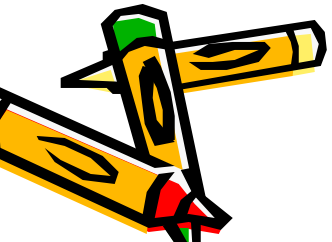
(2) 人体可观察症状及一般健康指标。

(3) 人体血铅、尿铅可多次测定，以观察其动态变化。

## 3. 结果判定

(1) 动物骨、肝等组织中铅含量下降，检测结果判定为阳性。

(2) 人体尿铅排出量增加，检测结果判定为有促进排铅功能



## (二十二) 调节血压

### 1. 试验项目

(1) 动物实验：体重、血压。

(2) 人体试验：血压、心率、症状与体征。

### 2. 试验原则

(1) 所列动物与人的项目必测。人体可加测一般健康指标。

(2) 动物试验可用高血压模型和正常动物。

(3) 人体试验可在治疗基础上进行。

### 3. 结果判定

(1) 实验动物血压下降，对照动物血压无影响，检测结果判定为阳性。

(2) 人体血压下降症状体征改善，检测结果判定有调节血压功能。其中，舒张压下降 $2.7\text{kPa}$  ( $19\text{mmHg}$ )，收缩压下降 $4\text{kPa}$  ( $30\text{mmHg}$ ) 以上为有效；舒张压恢复正常或下降 $20\text{mmHg}$  以上为显效。



(三) 增加骨密度、改善骨质疏松

## 1. 试验项目

### (1) 动物试验

骨钙含量或骨密度。

钙的吸收率。

### (2) 人体试验

骨密度、症状体征。

相关功能(如肾功)与生化(如血、尿、钙、磷、碱性磷酸酶等)。

## 2. 试验原则

(1) 含钙样品检测骨密度。

(2) 钙营养素或含钙食品，要测定骨密度及骨钙含量。

(3) 其他的钙源样品及未批准钙源样品要测钙吸收率。

(4) 动物试验除所列项目外，还可测骨重、骨皮质厚、骨小梁、骨磷含量等。

(5) 人体可加测一般健康指标。

## 3. 结果判定

(1) 实验动物骨钙含量及骨密度增加，钙吸收率不低于碳酸钙对照，检测结果判定为阳性。

(2) 人体骨密度增加，症状体征改善，结果可判为有改善骨质疏松功能。

