

功能性食品开发与应用

第二章 功能性食品的生物活性成分

主要内容

- **第一节 功能性碳水化合物**
- 第二节 氨基酸、活性肽和活性蛋白质
- 第三节 功能性脂类
- 第四节 维生素
- 第五节 矿物质
- 第六节 植物活性成分
- 补充 益生菌？

第一节 功能性碳水化合物

➤ 碳水化合物

- 也称糖类
- 由C、H、O三种元素组成的多羟基醛或多羟基酮化合物
- 常用通式 $C_n(H_2O)_m$ 表示

➤ 作用：

- 在体内可迅速氧化提供能量，是供给人体能量的最主要和最经济的来源，1g碳水化合物可产生16. kJ(4kcal)能量
 - ▣ 脑组织、心肌和骨骼肌的活动需要靠碳水化合物提供能量
- 某些碳水化合物在具有增强机体免疫力、降低血脂、调节肠道菌群等方面的功效，被称为“功能性碳水化合物”。

第一节 功能性碳水化合物

- 膳食纤维
- 功能性低聚糖
- 活性多糖
- 单糖衍生物

一、膳食纤维

□ (一)膳食纤维(dietary fiber)的定义

- 又称食用纤维(edible fiber)
- Trowell 于1972年首次给膳食纤维定义是“**食物中不被人体消化吸收的多糖类碳水化合物和木质素**”
- 1999年美国谷物化学师协会(AACC)对膳食纤维的定义为：
 - 凡是不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
 - 主要包括纤维素、半纤维素、木质素、果胶等

一、膳食纤维

➤(一)膳食纤维的定义

- 膳食纤维被称为人体必需的“**第七营养素**”，对人体健康必不可少，是人体肠道的“绿色清道夫”
- 在以下方面具有重要作用
 - ▣ 保持人体肠道通畅
 - ▣ 排毒通便
 - ▣ 清脂养颜
 - ▣ 维护肌肤健康

一、膳食纤维

➤(二)膳食纤维的种类与化学组成

- 按来源可分为：

- **植物性膳食纤维**

- ✓ 纤维素、半纤维素、木质素、果胶、阿拉伯胶、半乳甘露聚糖等
- ✓ 研究和应用最多的一类

- **动物性膳食纤维**

- ✓ 壳聚糖和胶原等

- **海藻多糖类膳食纤维**

- ✓ 海藻酸盐、卡拉胶和琼脂等

- **合成类的膳食纤维**

- ✓ 羧甲基纤维素

- **微生物多糖类膳食纤维**

- ✓ 黄原胶等

一、膳食纤维

	可溶性纤维	不可溶性纤维
主要成分	果胶、树胶、粘胶（瓜儿胶、阿拉伯胶）、部分半纤维素、可溶性非纤维素的多糖等	纤维素、不溶性半纤维素、木质素、甲壳素等
食物来源	燕麦、大麦、水果和豆类	麦麸、全谷粒、干蔬菜和坚果类

注：根据纤维素在特定的PH值溶液中是否能够溶解来划分

➤(二)膳食纤维的种类与化学组成

• 按溶解性可分为：

▣ 水溶性膳食纤维

- ✓ 不被人体消化道酶消化，但溶于热水且其水溶性又能被4倍体积乙醇沉淀的那部分膳食纤维
- ✓ 包括果胶、海藻酸、卡拉胶、琼脂、黄原胶以及羧甲基纤维素钠盐等

▣ 水不溶性膳食纤维

- ✓ 不被人体消化道酶消化且不溶于热水的那部分膳食纤维
- ✓ 是构成细胞壁的主要成分
- ✓ 主要包括纤维素、半纤维素、木质素、原果胶以及动物性甲壳素和壳聚糖等

一、膳食纤维

➤(二)膳食纤维的种类与化学组成

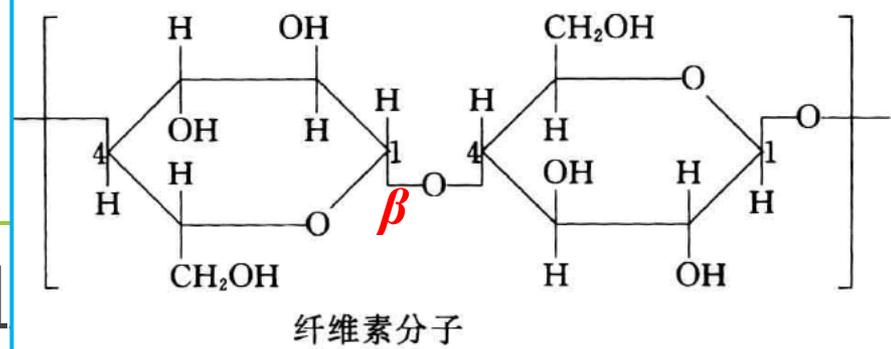
• 主要来源

- ▣ 粮谷类：燕麦麸皮、小麦麸皮、玉米皮、米糠
- ▣ 豆类：副产物（大豆皮、大豆渣）
- ▣ 水果类：皮、渣等废弃物
- ▣ 蔬菜类：制糖业副产物，甘蔗渣、甜菜粕
- ▣ 其他：啤酒糟、海藻、虾壳、贝壳等



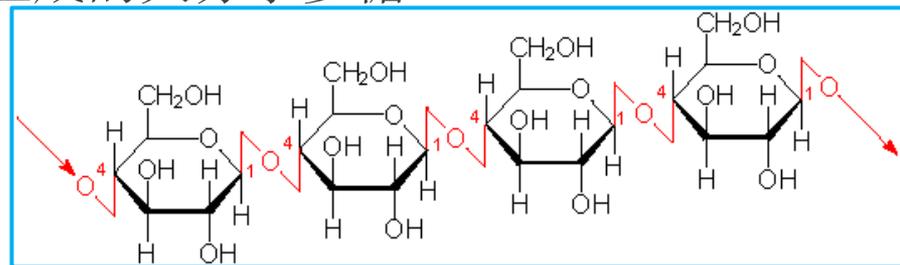
一、膳食纤维

➤(二)膳食纤维的种类与化学组



• 1. 纤维素(cellulose)

- ❑ 是一种重要的膳食纤维，由葡萄糖组成的大分子多糖
- ❑ 葡萄糖单体以 β -1, 4糖苷键连接
- ❑ 性质：
 - ✓ 不溶于水及一般有机溶剂
 - ✓ 是植物细胞壁的主要成分
 - ✓ 通常与半纤维素、果胶和木质素结合在一起，其结合方式和程度对植物源食品的质地影响很大
- ❑ 是自然界中分布最广、含量最多的多糖，占植物界碳含量的50%以上
- ❑ 棉花的纤维素含量接近100%，为天然的最纯纤维素来源
- ❑ 一般木材中，纤维素占40%~50%，还有10%~30%的半纤维素和20%~30%的木质素



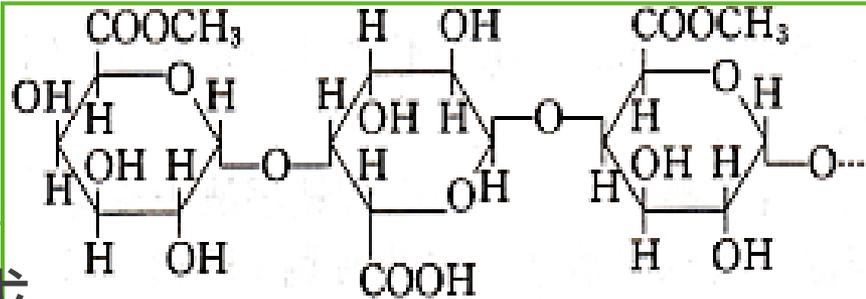
一、膳食纤维

➤(二)膳食纤维的种类与化学组成

• 2. 半纤维素 (hemicellulose)

- 由多种不同糖残基组成的多糖，分子链短且带有支链
- 主链由木糖、半乳糖或甘露糖聚合而成，支链上带有阿拉伯糖或半乳糖
- 种类很多，绝大部分不溶于水，很多是不溶性多糖与可溶性多糖的混合物
- 组成谷物和豆类膳食纤维中的半纤维素主要有：
 - ✓ 阿拉伯木聚糖
 - ✓ 木糖葡聚糖
 - ✓ 半乳甘露聚糖
 - ✓ β -1, 3、 β -1, 4葡聚糖
 - ✓ 谷类中的可溶性半纤维素称为戊聚糖

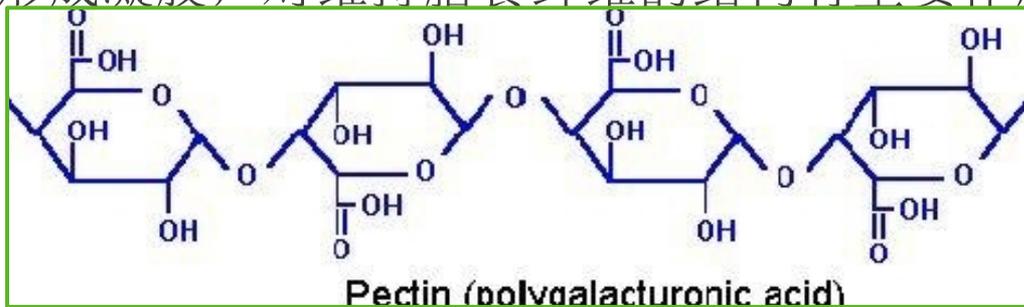
一、膳食纤维



➤ (二) 膳食纤维的种类与化学组成

• 3. 果胶 (pectin)

- 主链是由半乳糖醛酸 (GalA) 以 $\alpha-1, 4$ 糖苷键连接而成
- 酸性杂多糖
- 从植物体提取的天然果胶常常含有阿拉伯聚糖、半乳聚糖和阿拉伯半乳聚糖、鼠李聚糖等多糖
- 甲氧基含量超过7%的为高甲氧基果胶，低于7%的为低甲氧基果胶
- 果胶能溶于水形成凝胶，对维持膳食纤维的结构有重要作用



一、膳食纤维

➤(二)膳食纤维的种类与化学组成

•4. 木质素(lignin)

- ▣ 非多糖，是由苯基丙烷衍生物的单体所构成的聚合物
- ▣ 构成木质素的单体主要是松柏醇、丁香醇和对羟基肉桂醇3种苯基丙烷衍生物
- ▣ 木质素是植物细胞壁的结构成分之一，具有复杂的三维结构
- ▣ 人和动物均不能消化木质素

一、膳食纤维

➤(二)膳食纤维的种类与化学组成

•5. 植物胶(gum)

- ▣ 包括瓜尔胶、田菁胶、胡麻胶、香豆胶等
- ▣ 植物胶的化学结构因来源不同而有差别
- ▣ 主要包括葡萄糖醛酸、半乳糖、阿拉伯糖及甘露糖所组成的多糖
- ▣ 可溶于水形成具有黏稠性的溶胶，起增稠剂的作用

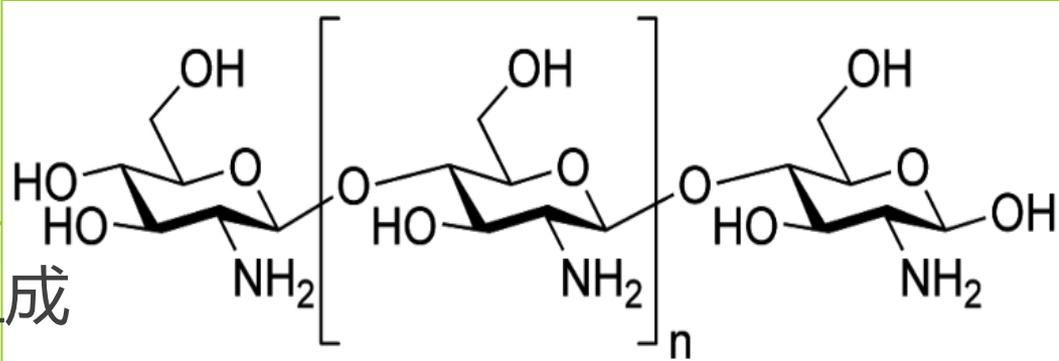
一、膳食纤维

➤(二)膳食纤维的种类与化学组成

•6. 抗性淀粉 (resistant starch, RS)

- ▣ 又称抗酶解淀粉、难消化淀粉
- ▣ 1993年欧洲抗性淀粉协会将抗性淀粉定义为：健康人体小肠内剩余的不被消化吸收的淀粉及其降解物的总称
- ▣ 抗性淀粉的抗酶解特性与淀粉的一系列自然属性和食品加工过程有关，因此它是一类性质并非完全相同的淀粉
- ▣ 抗性淀粉与可溶性膳食纤维有相似的生理功能，但其理化特性不像可溶性膳食纤维那样较易保持高水分，因而将抗性淀粉添加于低水分食品如饼干甜饼中是极为有利的，且加入的抗性淀粉不会产生类似沙砾的不适感，也不会影响食品的风味与质构。

一、膳食纤维



➤(二)膳食纤维的种类与化学组成

•7. 壳聚糖 (chitosan)

- 是甲壳素(chitin)除乙酰基后的产物，即由**N-氨基葡萄糖**单体通过 **β -1,4糖苷键**连接而成的直链高分子多糖
- 天然多糖中唯一的碱性多糖，常见的**黏多糖**
- 不溶于水、碱溶液和有机溶剂，但可溶于**稀酸溶液**
- 分散在柠檬酸、酒石酸等多价有机酸的水溶液中时，高温时溶解，温度下降时呈凝胶状，这一性质已被广泛用于食品风味物的微胶囊化、细胞或酶的固定化处理

一、膳食纤维

➤(三)膳食纤维的物化特性

• 1. 高持水力

- ▣ 化学结构中含有很多亲水基团，具有很强的持水力，吸水溶胀
- ▣ 高持水力对调节肠道功能有重要影响，有利于增加粪便的含水量及体积，促进粪便的排泄

• 2. 吸附作用

- ▣ 分子表面带有很多活性基团，可以吸附或螯合胆固醇、胆汁酸、肠道内的有毒物质(内源性毒素)、有毒化学药品(外源性毒素)等
- ▣ 其中，研究最多的是膳食纤维对胆汁酸的吸附作用，这种作用被认为是膳食纤维降血脂功效的机制之一

一、膳食纤维

➤(三)膳食纤维的物化特性

• 3. 阳离子交换作用

- ▣ 分子结构中的羧基、羟基和氨基等侧链基团，可产生类似弱酸性阳离子交换树脂的作用，可与阳离子，尤其是有机阳离子进行可逆的交换，从而影响消化道的pH、渗透压等，形成一个更缓冲的环境而**有利于消化吸收**。这种作用也会影响到机体对某些矿物元素(如**钙、铁、锌**等)的吸收

• 4. 无能量填充剂

- ▣ 膳食纤维体积较大，遇水膨胀后体积更大，在胃肠道中会起填充剂的容积作用，易引起饱腹感
- ▣ 还会影响可利用碳水化合物等在肠道中的消化吸收，使不易产生饥饿感。因此，膳食纤维**对预防肥胖症**十分有利

一、膳食纤维

➤(三)膳食纤维的物化特性

• 5. 发酵（菌群调节）作用

- ▣ 膳食纤维虽不能被人体消化道内的酶所降解，但却能被大肠内的微生物所发酵降解，产生乙酸、丙酸和丁酸等短链脂肪酸，使大肠内pH降低，调节肠道菌群，诱导产生大量的好气有益菌，抑制厌氧性腐败菌
- ▣ 由于好气菌群产生的致癌物质较厌氧菌群少，即使产生也能很快随膳食纤维排出体外，这是膳食纤维能**预防结肠癌**的一个重要原因

一、膳食纤维

➤(四)膳食纤维的生理功能

- 对于不同品种的膳食纤维，由于其内部化学组成、结构以及物化特性的不同，在对机体健康的作用及影响方面也有差异，并不是所有的膳食纤维，都具备下列所有的生理功效

一、膳食纤维

➤(四)膳食纤维的生理功能

• 1. 增加饱腹感，预防肥胖症

- ▣ 膳食纤维在胃肠道中吸水能力很强，遇水膨胀，可增加胃内食物容积而产生饱腹感，从而减少对食物的摄入量
- ▣ 膳食纤维本身并不产生能量，又可使能源性营养素的吸收不完全，有利于控制体重，预防肥胖症

• 2. 调节血糖水平

- ▣ 膳食纤维的黏度延缓了胃的排空速率及淀粉在小肠内的消化，减慢了葡萄糖在小肠内的吸收，可降低血糖因为摄食而升高的幅度，对维持人体血糖的稳定具有重要的作用，同时减少糖尿病患者对胰岛素和降糖药的依赖。

一、膳食纤维

➤(四)膳食纤维的生理功能

• 3. 降血脂

- ❑ 膳食纤维可与饮食中的胆固醇结合 降低胆固醇的吸收
- ❑ 膳食纤维中含有植物固醇(麦角固醇)，可 抑制饮食中胆固醇的吸收
- ❑ 膳食纤维可与体内胆盐、胆酸结合， 增加胆固醇的排泄
- ❑ 膳食纤维可以 降低人血浆胆固醇水平，特别是降低低密度脂蛋白胆固醇，而高密度脂蛋白胆固醇降低得很少，甚至不降低
- ❑ 这是食物纤维可防治高胆固醇血症、动脉粥样硬化等心血管疾病的原因

一、膳食纤维

➤(四)膳食纤维的生理功能

• 4. 抑制有毒发酵产物、润肠通便、预防结肠癌

- ❑ 食物经消化吸收后所剩残渣到达结肠后，在被微生物发酵过程中，可能产生许多有毒的代谢产物
 - ✓ 包括氨(肝毒素)、胺(肝毒素)、亚硝胺(致癌物)、苯酚与甲苯酚(促癌物)、吲哚与3-甲基吲哚(致癌物)、次级胆汁酸(致癌物或结肠癌促进物)等。
- ❑ 膳食纤维对这些有毒发酵产物具有吸附螯合作用，并促进其排出体外，预防大肠癌变
- ❑ 膳食纤维可促进肠道蠕动，缩短了粪便在肠道内的停留时间，加快粪便的排出，使肠道内的致癌物质得到稀释。因此，致癌物质对肠壁细胞的刺激减少，也有利于预防结肠癌

一、膳食纤维

➤(四)膳食纤维的生理功能

• 5. 调节肠道菌群

- ▣ 膳食纤维被结肠内某些细菌酵解，产生短链脂肪酸，使结肠内pH下降，促进肠道有益菌的生长和增殖，而抑制了肠道内有害腐败菌的生长
- ▣ 由于水溶性纤维易被肠道菌群作用，调节肠道菌群效果更明显
- ▣ 同时多糖在大肠被细菌酵解，可合成泛酸、烟酸、谷维素、核黄素、生物素等维生素，供人体需要

一、膳食纤维

➤ (五) 膳食纤维的日推荐量

- 中国营养学会推荐每人摄入总膳食纤维25~30g/d
- 美国FDA推荐的成人总膳食纤维摄入量为20~35g/d
- 英国国家顾问委员会建议总膳食纤维的摄入量为25~30g/d

二、功能性低聚糖

➤低聚糖

- 又叫寡糖，是指由3-9个单糖分子聚合而成的糖类
- 可分为：

▣普通低聚糖

- ✓蔗糖、麦芽糖、乳糖等
- ✓可被机体消化吸收并利用

▣功能性低聚糖

- ✓低聚果糖、低聚异麦芽糖、低聚半乳糖、大豆低聚糖、低聚甘露糖等
- ✓难以被人体内的消化酶消化分解

二、功能性低聚糖

➤(一)低聚糖的生理功能

- 功能性低聚糖的突出作用在于：
 - ▣ 促进人体肠道内的有益菌群双歧杆菌的繁殖，并使之在肠道内多类菌群中一直保持优势
 - ▣ 从而抑制肠道内腐败菌的生长，减少有毒发酵产物的形成，增进人体健康

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/357110103010006143>