

单元六 食品中的酶

- 一、 酶的性质、命名及分类
- 二、 影响酶促反应的因素
- 三、 食品中的酶促褐变
- 四、 食品加工中重要的酶

第四节 食品加工中重要的酶



酶对食品的重要性：

食品加工上的应用：利用酶改进食品的品质或开发新的食品；

食品分析中的应用：利用酶的敏感性及专一性测定食品中的成分，如淀粉的酶法测定；

控制食品中的内源酶活力，以控制食品的贮藏性及品质。

第四节 食品加工中重要的酶

一、水解酶

甜味剂中使用的酶

原 料	产 物	酶
淀粉	玉米糖浆	α -淀粉酶、支链淀粉酶
	葡萄糖	α -淀粉酶、葡萄糖淀粉酶
	果糖	α -淀粉酶、葡萄糖淀粉酶、葡萄糖异构酶
淀粉+蔗糖	蔗糖衍生物	环状糊精葡萄糖基转移酶和支链淀粉酶
蔗糖	葡萄糖+果糖	转化酶
	异麦芽寡糖	β -葡萄糖基转移酶和异麦芽寡糖合成酶
乳糖	葡萄糖+半乳糖	β -半乳糖苷酶
半乳糖	半乳糖醛酸	半乳糖氧化酶
	葡萄糖	半乳糖苷异构酶

1. α -淀粉酶

底物是淀粉或糊精，也称液化型淀粉酶，能使淀粉随机地水解，迅速降低直连淀粉的粘度。 α -淀粉酶是一种内切酶，只能从淀粉内部水解 α -1,4糖苷键，不能水解 α -1,6糖苷键，也不能水解麦芽糖中的 α -1,4糖苷键。产物中含有葡萄糖、麦芽糖。

分2步进行：淀粉 \rightarrow 糊精 \rightarrow α -麦芽糖，少量的葡萄糖。

其最适PH为5-7，一般的工业用 α -淀粉酶最适温度约60℃-70℃，一些细菌淀粉酶则达70℃，高温下才失活。

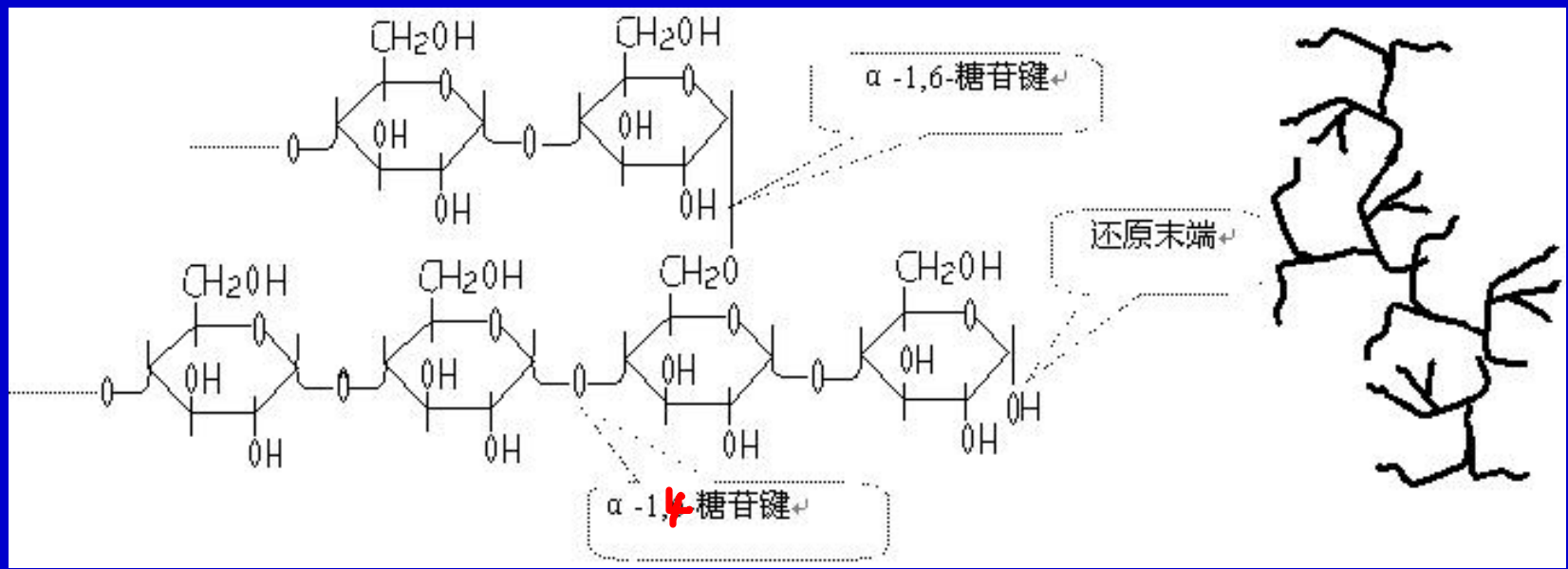
α -淀粉酶最适宜保存温度是：一般是低温干燥保存，避免阳光直射，温度低于25℃以下，但不能冷冻。

2、 β -淀粉酶

是一种**外切酶**，从淀粉的还原末端开始对淀粉进行水解，能水解 α -1,4糖苷键，不能水解 α -1,6糖苷键，且不能越过 α -1,6糖苷键水解 α -1,4糖苷键。产物中含有 β -麦芽糖和 β -极限糊精。

在各种植物组织中均可见，尤以大麦芽中为多，其热稳定性低于 α -淀粉酶。





3. 葡萄糖淀粉酶

又称糖化酶，是一种外切酶，从淀粉的非还原端起，水解 α -1, 4糖苷键， α -1, 6糖苷键，因此，能够每次水解下一个葡萄糖单位，终产物为葡萄糖，用于制糖。最适PH=4-5，最适温度50-60℃。

淀粉酶对天然存在的完整淀粉粒作用较困难，应将淀粉粒糊化，破坏其结构后，对淀粉酶的作用才比较敏感。

现通过 α -淀粉酶、糖化酶和固定化葡萄糖异构酶，将玉米粉转化成含葡萄糖50%、果糖42%、其它糖8%的反应物，称为高果糖浆或果葡糖浆。它的甜度与蔗糖相当，在饮料、食品生产中大量应用。一些发达国家高果糖浆的年产量已达几百万吨。

4. 果胶酶

能把多聚半乳糖醛酸（果胶酸）的 α -1, 4-苷键水解。许多微生物及成熟水果中均有存在。此酶与水果、蔬菜的软化有关，它对果汁和果酒有澄清作用。



5. 乳糖酶

用于牛奶中乳糖的分解。主要作用是使乳糖水解为葡萄糖和半乳糖。主要用于乳品工业，可使低甜度和低溶解度的乳糖转变为较甜的、溶解度较大的单糖；使冰淇淋、浓缩乳、淡炼乳中乳糖结晶析出的可能性降低，同时增加甜度。



乳糖不耐症是人体小肠绒毛细胞无法制造乳糖酶，因此无法将乳糖分解为葡萄糖和半乳糖以供人体利用。

由于人的肠道中消化乳糖的酶不足，牛奶中的乳糖最终是被肠道细菌分解成氢气和二氧化碳，因此喝牛奶后会出现腹胀、腹痛甚至腹泻等。

解决的途径之一就是改喝酸奶。因为酸奶中的乳酸杆菌会把乳糖分解成乳酸，从而避免了乳糖不消化，而且乳酸杆菌还能抑制大肠杆菌，对人体健康有利；另一种办法是把全天的牛奶量分成多次饮用，使有限的乳糖酶不会“超负荷”。

6. 脂肪酶

能把油脂（甘油三酸脂）水解为甘油和脂肪酸的酶。广泛地分布于植物、动物和微生物；动物胰脏脂酶和微生物脂酶是脂酶的主要来源；

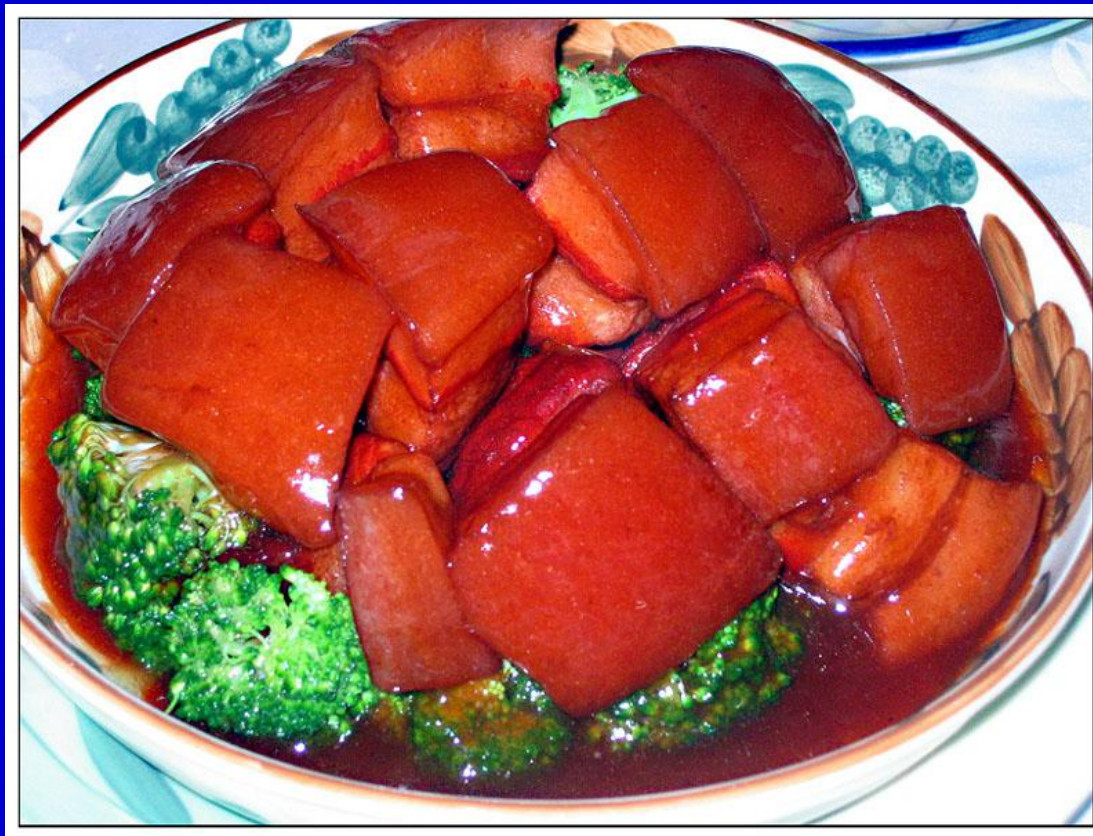
最适PH值为5.0—8.6。许多含脂食品如牛奶、奶油等的变质常常是由于其中所含脂肪酶的作用使游离脂肪酸增加所致。但奶酪加工中，可以从乳脂中释出风味前体和风味化合物。



Photo by chenbei(chen0724)

7. 蛋白酶

能把蛋白质的肽链切断。木瓜蛋白酶、菠萝蛋白酶等植物蛋白酶可用于肉的软化和防止啤酒混浊等，霉菌蛋白酶用于面包工业以改良面筋性质。



嫩肉粉中的蛋白酶制剂，含木瓜蛋白酶、菠萝蛋白酶或米曲霉蛋白酶。主要作用：使蛋白质水解度上升，增加小分子的肽的比例。

肌肉组织中含有胶原蛋白（纤维蛋白），该蛋白质分子中存在着耐热的和不耐热的两种交联键而使肌肉具有不同的机械强度：幼小畜禽肉中不耐热的交联键不多，一经加热就会断裂，所以，幼小畜禽烹调后很易软化；反之，年老畜禽肉中耐热的交联键较多，所以年老畜禽烹调后不易软化。

用嫩肉粉处理年老畜禽肉（通常是将嫩肉粉的浆液涂抹在肉块的表面或浸泡肉块），可以使这类肌肉中的胶原蛋白水解，使肌肉变软并且易于烹调。

凝乳酶可以用于干酪生产：

凝乳酶破坏酪蛋白胶束使牛奶凝结，凝乳酶的凝乳能力及蛋白水解能力使其成为干酪生产中形成质构和特殊风味的关键性酶，被广泛地应用于奶酪和酸奶的制作。其产值占整个酶制剂总产值的15.5%。

最初主要来源是未断奶小牛胃粘膜，现在可以从酵母中分离出能够出产凝乳酶的菌株，通过发酵可以获得凝乳酶。



二、氧化还原酶

1. 葡萄糖氧化酶

使葡萄糖和 O_2 作用生成葡萄糖酸（或葡萄糖酸内脂），由霉菌产生，用于除去蛋白中的微量葡萄糖和果汁等中的溶解 O_2 。



2. 多酚氧化酶

使酚类与 O_2 作用，是水果，蔬菜等褐变的主要原因。广泛分布于植物界。



3. 脂肪氧化酶

能使亚油酸等不饱和脂肪酸和 O_2 作用生成不饱和脂肪酸的过氧化物，最适PH约为6.3，与油脂的氧化酸败和胡萝卜素的破坏有关。



本单元内容完

谢谢大家