

食品生物化学电子教材

● 酶

酶是由生物体活细胞产生的，在细胞内、外均能起催化作用并且有高度专一性的特殊蛋白质。

生物体内一切代谢物反应几乎都是由来催化完成的。

一、 酶的概述

核酸的分子由碳、氢、氧、氮、磷五种元素组成，磷元素在核算中含量恒定。DNA 平均含磷为 99%，RNA 为 9.4%。

1. 酶催化作用的特点

酶与一般催化剂的共性，如：

- ①微量的催化剂就能发挥较大的催化作用，其质和量在反应前后不发生变化；
- ②只能加速热力学上可能进行的化学反应；
- ③只能缩短化学反应达到平衡的时间，而不能改变化学反应的平衡点。

酶与一般催化剂不同的个性特征：

- ①催化效率高
- 绝对特异性（一对一）
- ②高度的特异性族类特异性（一对多）
- 立体异构特异性（一对一立体异构体）
- ③酶活性可调节性
- ④酶活性的不稳定性

2. 酶的命名和分类

（一）酶的命名

- 1、习惯命名法：以酶催化的底物加反应类型最后标以酶字即成。
- 2、系统命名法

（二）酶的分类

- 1、根据酶的化学组成分类

食品生物化学

(1) 单纯蛋白质酶

本身就是具有催化活性的单纯蛋白质分子。

(2) 结合蛋白质酶

这类酶的组成中，除蛋白质外还有非蛋白质的部份。蛋白质部分称为酶蛋白，非蛋白质部分称为辅助因子。

全酶=酶蛋白+辅助因子。

有些酶的辅助因子是金属离子，有些酶的辅助因子是有机小分子。这些有机小分子中，凡与酶蛋白结合紧密的称为辅基；与酶蛋白结合比较松弛的称为辅酶。

2、根据还酶促反应的类型分类

(1) 氧化还原酶类

氧化还原酶类催化氧化还原反应

(2) 转移酶类

转移酶类催化分子间基团的转移反应

(3) 水解酶类

水解酶类催化水解反应

(4) 裂解酶类

催化从底物上移去一个集团的反应或其逆反应

(5) 异构酶类

催化各种同分异构体的互相转变

(6) 合成酶类

催化两个分子合成一分子的反应，合成过程中伴有 ATP 分解。

二、 酶的结构及催化作用原理

1、酶的结构特点

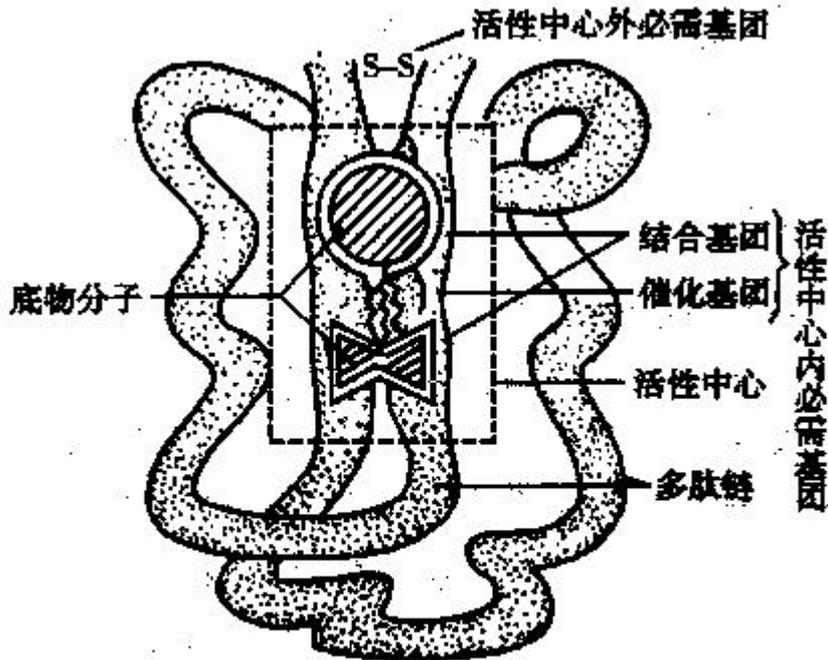
(一) 必需基团

酶的本质是蛋白质，组成酶分子的氨基酸中存在许多化学基团，但这些基团并不都与酶活性有关，一般将与酶活性有关的化学基团称为必需基团。

(二) 活性中心



食品生物化学



酶活性中心示意图

对于结合酶来说，辅酶或辅基上的一部分往往也是活性中心的组成成分。

还有些必需基团虽然不参加酶的活性中心组成，但维持酶活性中心的空间构象所必需，称为酶活性中心以外的必需基团。

2、酶的催化作用原理

酶和化学催化剂都能降低反应所需的活化能，但酶比一般化学催化剂降低活化能的作用要大得多。

酶高效降低活化能原因：

1、酶能与底物形成中复合物



ES 的形成，改变原来的化学反应途径，从而降低酶促反应活化能，使化学反应速度加快。

2、趋近效应与定向作用 P42

趋近效应：酶能与底物相互靠近，使底物进入酶的活性中心。

食品生物化学

定向作用：酶能使靠近活性中心的底物分子的反应集团与就酶的催化基团取得正确定向。

3、“变形”与“契合”

酶与底物接触后，酶和底物发生“变形”，使两者彼此互补“契合”。

4、酸碱催化作用

酸碱催化作用是有机反应中最普遍最有效的催化机制。

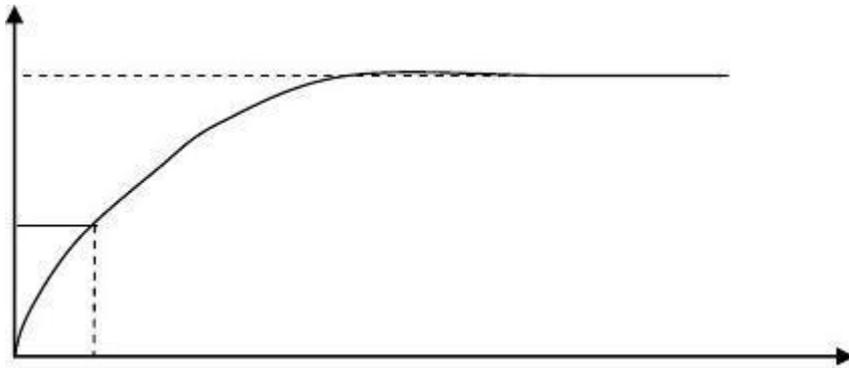
5、共价催化作用

（形成活性很高的共价中间物）

第四节影响酶催化作用的因素

由于酶的化学本质是蛋白质，凡是能够影响蛋白质性质的理化因素都会影响酶的结构功能。影响酶促反应速度的因素主要包括底物浓度、酶浓度、PH、温度、激活剂和抑制剂等。

一、底物浓度



V_{max}

$K_m [S]$

在[S]很低时， v 随[S]的增加而增加，两者呈直线的正比关系；当[S]较高时， v 虽然随[S]的增加而增加，但增加的幅度不如[S]低时明显，两者之间不再成正比关系；当[S]增高到一定程度时， v 趋于恒定，继续增加[S]， v 不再增加，达到极限，成为最大反应速度（ V_{max} ）酶促反应速度与底物浓度之间变化关系，反映了酶[ES]和[P]的生成过程。在[S]很低时，酶的活性中心没有全部与底物结合，增加[S]，[ES]和[P]均成正比例关系增加；当[S]增高到一定浓度时，酶全部形成了[ES]，此时再增[S]也不会增加[ES]， v 趋于恒定。

（一）米氏方程

$V_{max}[S]$

$V=K_m+[S]$

v ：反应初速度

[S]：底物浓度

V_{max} ：反应的最大速度

食品生物化学

Km: 米氏常数

(二) 米氏常数

当酶促反应速度为最大反应速度一半时 ($v=1/2V_{max}$)，米氏常数与底物浓度相等

($K_m=[S]$)

Km 越大，酶与底物亲和力越小

Km 值小的催化效率就较高

二、酶浓度

酶促反应速度 (V) 与酶浓度[E]成正比关系。

三、温度

四、PH

五、激活剂和抑制剂

凡是能提高酶活性的物质，都称为激活剂。激活剂对酶的作用具有一定的选择性。有时一种激活剂只对某种酶起激活作用。酶的激活剂多为无机离子或简单有机化合物。

例如氯离子使唾液淀粉酶的活力增强；胆汁酸盐是胰脂肪酶的激活剂。

三、酶与食品加工

1. 食品中重要的酶

食品加工中所涉及的酶主要有三类，新鲜的生物性食品加工原料中的酶类；食品加工过程中所涉及的酶类；营养物质在人类内进行代谢所涉及的酶类。

1、淀粉酶类

广泛存在于动物、植物和微生物体中，它的功能是水解淀粉，糖原及 $\alpha-1, 4$ -糖苷键。

(1) α -淀粉酶

它以随机的方式从淀粉分子内部水解 $\alpha-1, 4$ -糖苷键，使淀粉成为含有 5~8 个葡萄糖残基的糊精。面粉中的 α -淀粉酶为酵母提供糖分以改善产气能力，改善面团结构。陈米煮的饭不如新米饭好吃，主要原因之一是因为陈米中的 α -淀粉酶丧失了活性。

(2) β -淀粉酶

β -淀粉酶在水解淀粉分子时，从非还原性基开始。每次切下两个葡萄糖单位，即一个麦芽糖分子。

(3) 葡萄糖淀粉酶

食品生物化学

基本的催化反应时水解淀粉生成 β -葡萄糖。

2、蛋白酶类

凡是能水解蛋白质或多肽的酶都可称为蛋白酶。它们的功能是水解蛋白质肽链中的肽键，使蛋白质称为多肽或氨基酸。

根据水解方式可将蛋白酶分为内肽酶和外肽酶两类。内肽酶从肽链内部水解肽键，主要得到较小的多肽碎片；外肽酶从肽链的某一段开始水解肽键。

(1) 植物蛋白酶

木瓜蛋白酶和菠萝蛋白酶是两种植物性蛋白酶。他们从木瓜胶乳和菠萝汁中提取。在食品加工中能食肉类嫩滑。

(2) 动物组织蛋白酶

动物组织蛋白酶存在于动物体的组织细胞内，在肌肉中含量低。这种酶在动物死亡后释放出来并激活，因而肉的食用质量与这种酶有密切关系。

(3) 消化道蛋白酶

人体消化道中的蛋白酶主要是胃蛋白酶、胰蛋白酶、胰糜蛋白酶等，他们都是内肽酶。

①胃蛋白酶（胃分泌）

②胰蛋白酶（胰分泌，肠中）

③胰糜蛋白酶（胰分泌）

(4) 微生物蛋白酶

细菌、酵母菌、霉菌等微生物中都含有多种蛋白酶，是蛋白酶制剂的重要来源。

在面包、饼干的制造中会添加微生物蛋白酶。

在肉类嫩化上广泛运用为生物蛋白酶，某些国家的厂商将牛排浸泡在微生物酶溶液中，在制成冷冻牛排到市场出售。

3、脂肪酶

脂肪水解酶，只有在乳状液中才有较大的活性。粮油中含有脂肪酶，常常使一定量的脂肪被催化水解使游离脂肪酸含量升高。

4、纤维素酶