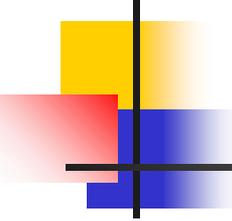


---

# 关于酶工程与技术



# 第二章 酶的发酵生产

---

- 2.1 酶源及产酶微生物的筛选
- 2.2 酶生物合成的调节机制
- 2.3 高产菌选育与基因工程菌构建
- 2.4 发酵产酶方式及设备
- 2.5 液体发酵工艺及控制

# 第三章 酶的提取、分离与纯化

- 3.1 发酵液的絮凝技术
- 3.2 固液分离
- 3.3 细胞破碎技术
- 3.4 酶的浓缩与干燥设备
- 3.5 酶的分离与纯化
  - 3.5.1 吸附法    3.5.2 凝胶过滤    3.5.3 离子交换色谱
  - 3.5.4 亲和色谱    3.5.5 疏水色谱    3.5.6 双水相分离
  - 3.5.7 AKTA色谱分离简介

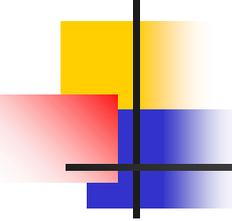
# 第四章 酶的性质与应用

## 4.1 淀粉水解酶类

## ■ 4.2 蛋白水解酶类

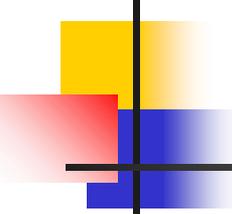
## ■ 4.3 其它酶类

- （转谷氨酰胺酶、植酸酶、葡萄糖异构酶、葡萄糖氧化酶、乳糖酶、果胶酶、纤维素酶、木聚糖酶、甘露聚糖酶、 $\beta$ -葡聚糖酶、脂肪酶、青霉素酰化酶、溶菌酶、D-氨基酸氧化酶、戊二酰7-氨基头孢烷酸酰基转移酶、漆酶、木质素降解酶等酶的性质与应用）



# 第五章 酶的修饰与蛋白质工程

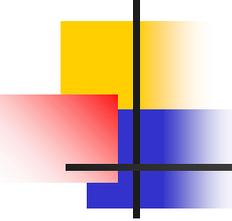
- 5.1 酶的化学修饰
- 5.2 酶的蛋白质工程与定向进化



# 第六章 酶与细胞的固定化及酶反应器

---

- 6.1 引言
- 6.2 酶固定化的主要形式与方法
- 6.3 固定化酶反应器
- 6.4 固定化酶的应用



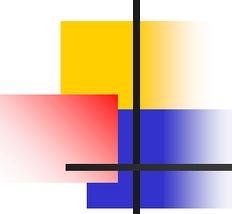
# 第七章 酶联免疫吸附分析

---

- 7.1 竞争性ELISA技术
- 7.2 双抗体（夹心）ELISA技术
- 7.3 间接ELISA技术
- 7.4 ELISA在食品卫生分析中的应用

# 第八章 酶在非水相介质中催化及手性化合物酶法拆分

- 8.1 非水相反应介质酶促反应特性
- 8.2、影响非水相体系（微水体系）中的酶促反应的因素
- 8.3 酶的非水相催化的应用
- 8.4 手性化合物的微生物或酶法生物合成和拆分



# 参考书

---

- 1、郭勇编著《酶的生产与应用》，化学工业出版社，2003年。
- 2、宋欣主编《微生物酶转化技术》，化学工业出版社，2004年。
- 3、Technological Applications of Biocatalysts. Butterworth-Heinemann 1993
- 4、Industrial Enzymology, Edited by Tony Godfrey & Stuart West Stockton press, 1996。

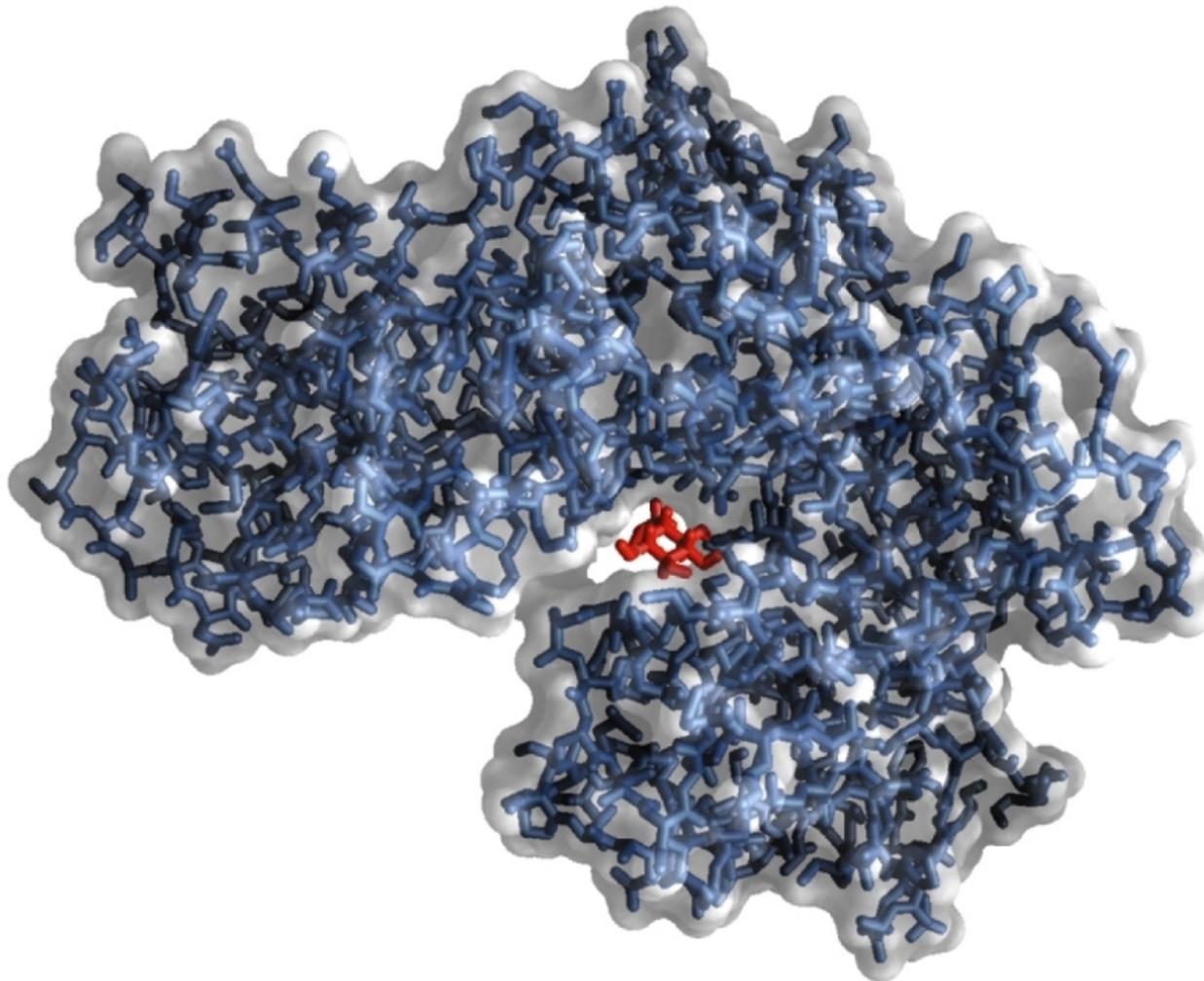
# 酶的特性

## 酶是一类生物催化剂

酶（enzyme）是一类由活细胞产生的，具有催化活性和高度专一性的特殊蛋白质（核酸酶ribozyme是唯一的非蛋白酶。一类特殊的RNA，催化RNA分子中的磷酸酯键水解），是一类生物催化剂。

酶参与的化学反应称为酶促反应，被其作用发生化学变化的物质称为底物（substrate）。

新陈代谢是生命有机体最重要的特征之一，新陈代谢所包括的各种各样的物质变化和能量变化都是在酶的作用下进行的。酶的参与使得这些生物体内的化学反应以极高的效率协调地进行着。



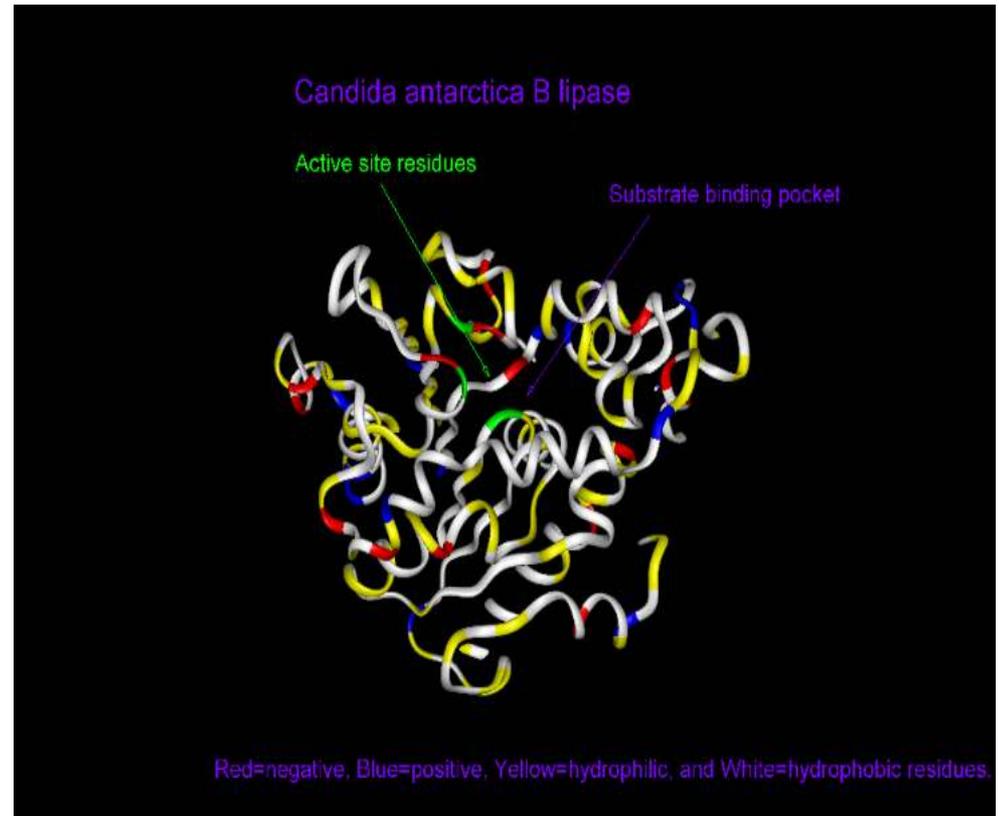
(b)

酶是生物大分子，具有蛋白质三维结构

# *Enzyme is the Power of Nature*

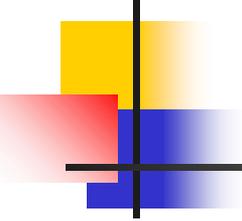
Microbial Discovery

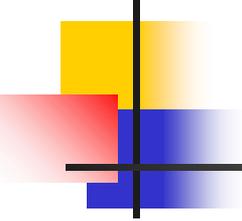
Protein Optimisation



# 酶工程与技术

- 酶技术即利用酶的催化作用，在一定的生物反应器中，将相应的原料转化成所需的产品，包括酶的生产和应用的技术过程，即酶制剂生产和酶生物转化产品两大类。
- 围绕酶与酶工程领域的理论和技術，开展酶的作用机理、酶的分离纯化、酶的性质、酶的作用动力学、酶分析方法、酶与细胞的固定化、酶与固定化酶的应用、酶的生产、酶基因的克隆与表达等方面研究。

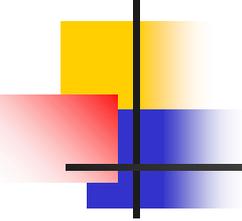
- 
- 酶工程与技术是现代酶学理论、微生物学、发酵工程与化工等技术的交叉技术，酶的应用几乎涉及到所有工业领域，如食品、轻化工业、医药工业、能源开发和环境工程等。
  - 近50年来酶工业取得了飞速的发展，基因工程、蛋白质工程的突破性成果应用于酶生产菌种及酶性质的改良，使得酶制剂工业跨上了新的台阶。



# 酶的特性

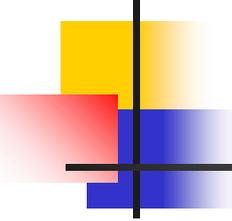
---

- ◆ 高效地加速反应
- ◆ 高度的专一性
- ◆ 作用条件温和
- ◆ 催化活性可以调节控制
- ◆ 绿色环保



---

*"We imagine a future where our biological solutions create the necessary balance between better business, cleaner environment and better lives"*



# 酶的生产与应用

- 早在**5000**多年前，人类就已掌握了用微生物进行焙烤及酿造的方法，
- 《尚书》：“若作酒醴，尔惟曲蘖(niè)，说明我国**3 000**多年前的古人就开始应用酶，这就是工业用酶的前身。
- 如今，每年数十万吨的工业用酶被应用于人们生活的方方面面，无论从商业或环保的角度看，酶对提高人类的生活质量都发挥着举足轻重的作用。

# 工业加工中为什么添加酶？

■ 各种工业中许多化学的转化过程存在着固有的缺点：非特异性反应会导致劣质产品，高温、高压、耗水、苛刻及有害的条件需要大量的资金投入，副产品对环境可能有负面影响，所有这些弊端均可通过酶来消除。

■ 酶是生物催化剂，它们在活细胞中驱动化学反应，使机体完成生长、繁殖及代谢等生理过程。

■ ◆ 温和的条件，使生产更安全、环保，减少设备投资；

■ ◆ 高度的专一性，减少了不必要的副反应；

■ ◆ 高效，有助于提高生产效率。

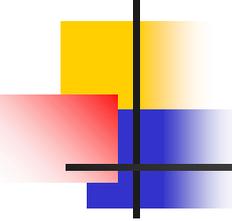
■ 工业生产应用酶技术是一种绿色、环保工艺，符合世界经济发展方向。

# 微生物是酶制剂的基础

- 从普通花园土壤到极端环境如火山、极地冰山和深海环境中采集到的微生物包括细菌和真菌是酶制剂产品的基础。
- 自然界的微生物为了生存，制造出几百万种不同的酶用以分解所有的生物物质，但只有很少的微生物可以制造满足我们要求的酶制剂。因而寻找一种有用的酶如同大海捞针，需要一整套的技术来完成，包括微生物筛选、分子筛选、基因文库、蛋白质分离纯化及性质研究、酶的应用实验、生产菌株的研发等。
- 天然存在的酶是所有酶制剂产品的基础，采用基因表达克隆技术，蛋白质工程、包括高通量筛选、蛋白质化学、定向分子进化可以改善酶的特性以满足客户的任何要求。基因工程菌株用于酶的工业生产，可帮助我们生产出成本低、质量好的产品。

# 工业酶制剂的生产

- 工业酶制剂一般是由深层发酵（液体发酵）的工艺生产的。经过精心筛选的微生物产酶菌种在封闭、富含营养物质的发酵罐中培养，酶被释放到发酵液中。现在发酵罐的容积最大可达1000立方米（酒精发酵罐3000-6000吨）。
- 从发酵液中收获酶的第一步是除去不溶物，主要是细胞或固形物。多数酶在发酵液中通过薄膜真空蒸发，膜过滤或结晶等方法得到浓缩。根据产品的最终用途，酶可被进一步加工成液体、粉末、颗粒或固定化酶等一系列酶制剂。



# “绿色健康，‘酶’力无限

- 酶广泛应用于医药、洗涤剂、纺织、淀粉制糖、发酵、酒精、食品（包括果蔬汁、啤酒酿造、谷物食品、蛋白水解、和功能食品以及食用油脂）、饲料、皮革、造纸和化工等工业领域。

# 洗涤剂和个人生活用品工业用酶

**洗涤剂**是工业用酶最大的应用领域。在洗衣、洗碗、公共清洗及隐形眼睛等的清洗中，酶无处不在。碱性蛋白酶、淀粉酶、脂肪酶可除去衣领、袖口处的污渍及血渍、菜渍、油渍等一系列生活污垢；而碱性纤维素的参与则通过对棉组织纤维的修复作用而达到“织物复新”的效果。



## ■ 牙膏

- 含有淀粉葡萄糖酶和葡萄糖氧化酶的**牙膏及漱口水**可防止牙菌斑的形成，减少口臭。
- 添加溶菌酶、蛋白酶(**FE生物酶牙膏**，雪豹日化)
  - 超氧化物歧化酶**SOD**（蓝天六必治生物酶牙膏）





SOD



加酶护肤用品：在各种护肤品及化妆品中添加超氧化物歧化酶(SOD)，碱性磷酸酶，尿酸酶、弹性蛋白酶等，可有效地提高护肤效果。

第一节 概述

# 染发剂



- 漆酶是一种多酚氧化酶 (p-diphenol oxidase EC 1.10.3.2)，在合适的介质中可完成生物染发的的工作。这将使爱美人士不必再担心为美丽而付出受化学品毒害（对苯二胺）的代价。
- 利用N-乙酰基半胱氨酸作为还原剂和漆酶作为氧化剂的氧化染色方法（申请专利号：00804102.4）
- 用漆酶催化对苯二酚聚合形成的聚合物用来作染发剂是一种不使用过氧化氢的安全的染发方式，效果很好。

# 纺织品整理用酶

从棉花到面料，在纺织厂要经过纺织退浆、煮练、漂白、印染等一系列工序。淀粉酶用于退浆早已是纺织行业中最古老的应用。碱性果胶酶代替氢氧化钠进行“生物煮练”可能形成对织物低损伤和更为环保的新工艺。过氧化氢酶则在除去漂白残留液的过程中大显身手。

■ 服装工业受时尚推动，风格各异的牛仔服饰、免烫整理的纯棉织品，生物抛光为设计者提供独具特色的面料品质；悬垂飘逸的天然纤维，古朴质感的麻制品无一不需纤维素酶的处理；羊毛的生物丝光防缩，麻纤维的酶法脱胶等新工艺的不断涌现，使人们在穿衣着装时避免残余化学物质的危害，并减少行业对环境的污染。

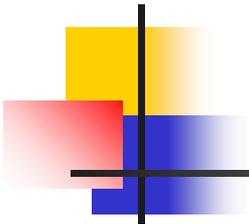


生物抛光是一种用纤维素酶改善纤维素纤维制品表面的整理工艺, 以达到持久的抗起毛起球并增加织物的光洁度和柔软度

# 制革工业用酶

皮革/毛皮加工中使用酶制剂有着悠久的历史，第一种商品化皮革酶制剂产生于1908年。如今，从皮革/毛皮加工的浸水、脱毛/浸灰、脱脂、软化、浸酸，到蓝湿皮处理及中和等制革工序中，**蛋白酶和脂肪酶**均大显神通。同时使用两种酶制剂时，由于协同效应而使酶的作用更加明显。

酶不仅简化了制革这一传统污染行业的应用工艺，同时在环保方面发挥了无可比拟的优势。全世界一年因制革产生含铬废物60万吨。用酶处理含铬废物不仅回收了铬，还能通过不同工艺得到动物饲料或明胶，解决了人们对废物填埋的燃眉之急。



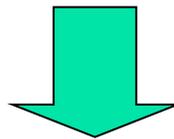
酶水解了毛根部的毛囊蛋白而使毛松动**脱落**。蛋白酶分解皮纤维间质中的可溶性蛋白质，使皮纤维进一步松散**软化**。

## 皮革脱毛与软化

# 造纸和制浆工业用酶

- 造纸是与皮革并列的另一重污染工业。其中用含氯化物对纸浆漂白的工艺过程污染尤为严重。半纤维素酶的处理可洗去半纤维素类物质，有效地对木质素进行漂白。**木聚糖酶**是这种有助于减少氯及无氯的漂白工艺的主要手段。
- 木材中的**树脂**会粘在抄纸机的滚轴上，引起造纸机械方面的问题。轻则形成纸张瑕疵，重则造成停机。如在匀浆机中加入**脂肪酶**搅动纸浆，则可有效减少此类问题。
- 近年来，**再生纸**发展迅速。在回收的办公室混合废纸脱墨工艺中使用**纤维素酶**，可生产出颜色浅亮的高清洁度纸浆，并改善白水循环的操作。
- 用  $\alpha$ -**淀粉酶**处理所得到的低粘度淀粉可用于纸张涂层，改善纸的光泽、滑度及印刷特性。

脱皮（酶法）



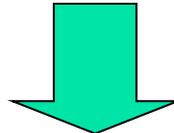
碎屑

化学法纸浆（生物酶纸浆）

机械法纸浆



漂白（生物法用木质素氧化酶）



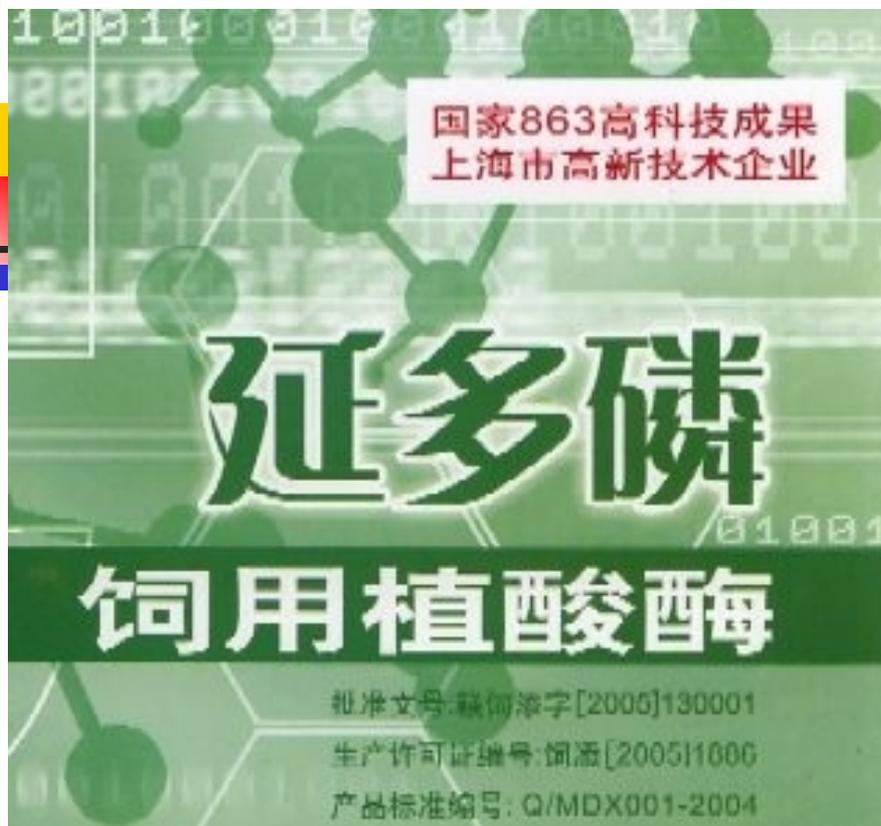
造纸机（酶法脱墨）

# 饲料工业用酶

- **$\beta$ -葡聚糖酶、木聚糖酶**，能消除饲料中的 $\beta$ -葡聚糖、戊聚糖等抗营养因子，提高饲料的利用率。
- **蛋白酶、淀粉酶**为主的饲用复合酶制剂，主要用于补充动物内源酶的不足。
- 以**纤维素酶、果胶酶**主要作用是破坏植物细胞壁，使细胞中的营养物质释放出来，增加饲料的营养价值，并能降低胃肠道内容物的黏稠度，促进动物消化吸收。
- 以**纤维素酶、蛋白酶、淀粉酶、糖化酶、葡聚糖酶、果胶酶**为主的饲用复合酶，它综合以上各酶系的共同作用，具有更强的助消化作用。
- 甘露聚糖是豆科植物细胞壁的主要组成成分，也存在于许多种子的胚乳细胞壁中。 **$\beta$ -甘露聚糖酶**可较有效的提高玉米-豆粕型日粮的饲用价值，促进动物的生长性能。

# 饲料工业用重要酶种——植酸酶

- 猪和家禽饲料中的磷约有50-80%以肌醇六磷酸(植酸)的形式存在。多数单胃动物体内没有可消化植酸的酶，因而会排除有害于环境的含磷粪便。全世界的牲畜每年排除的含磷粪便多达八百万吨，如果在饲料中添加**植酸酶**，一方面通过释放被结合的磷提高营养价值，另外可使排出的磷减少30%。
- 用蛋白酶及碳水化合物酶加工的大豆蛋白、菜籽蛋白或谷类蛋白可制成小猪、小牛的母乳替代品，具有与母乳同样的功能和营养，且价格低廉。



酶制剂在国外饲料工业中得到不断应用，不仅提高了饲料原料的转化率，也促进了对饲料的消化。

### 植酸酶

Bio-Feed® Phytase ( Ronozyme® P )

主要用于提高植酸磷的消化率，并相应改善钙和其它矿物元素的利用率。大大降低了动物粪便中磷的排放量，有益环保。

# 烟草用酶（应用处于萌芽状态）

- 蛋白质和氨基酸连同生物碱是烟气中众多氮化合物的前体，烟草中蛋白质含量的减少有助于减少霍夫曼烟气分析物中的某些物质如N杂环化合物(喹啉，N杂环胺)芳香胺和HCN。
- 采用**蛋白酶**对不同时期及不同品质的烟草进行处理，试验发现，时间、温、湿度对蛋白酶作用于烟草的影响相当大，可通过控制这3个要素来调节烟草蛋白质的降低程度。
- **中性蛋白酶**对烟草中蛋白质的降解作用最为明显。Babler S在研究了干烟草中的蛋白质水解酶后发现，人工调制的烟草没有蛋白质水解活性，香气差；晾制的烟草具有蛋白质水解活性，香气好。
- 半胱氨酸能激活这种蛋白酶，可作为蛋白酶降解烟草中蛋白质的激活剂。

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/848001000131006053>