

# Chapter 10

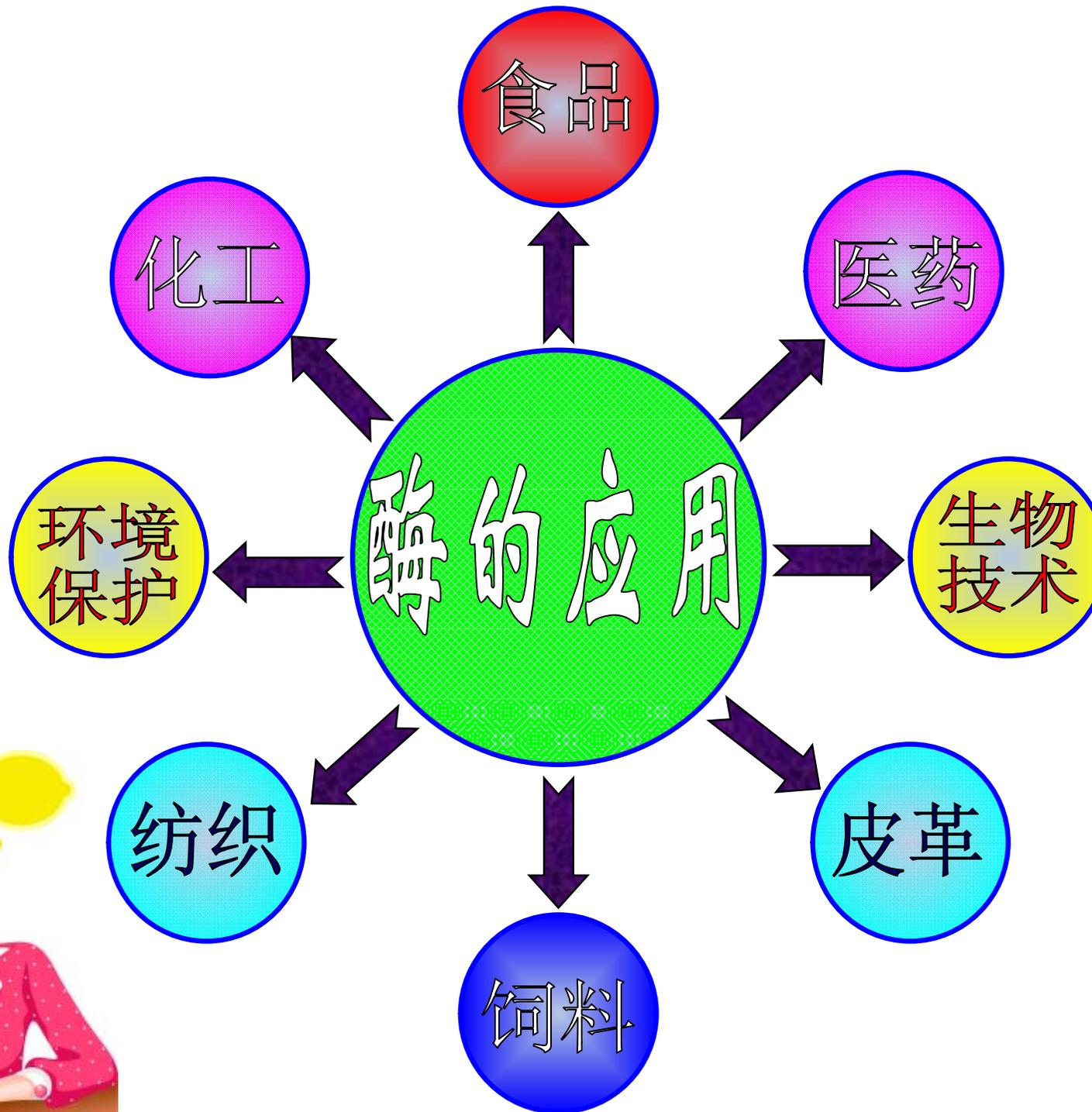
## 酶的应用

### The application of enzyme



# 绿色健康 “酶” 力无限





# 内容 Content

- 第一节 酶在医药方面的应用
- 第二节 酶在食品方面的应用
- 第三节 酶在轻工、化工方面的应用
- 第四节 酶在环境保护方面的应用
- 第五节 酶在生物技术领域的应用

# 第一节 酶在医药方面的应用

- 一、用酶进行疾病的诊断
- 二、用酶进行疾病的治疗
- 三、用酶制造各种药物



酶	疾病与酶活力变化
淀粉酶	胰脏疾病，肾脏疾病时升高；肝病时下降
胆碱酯酶	肝病、肝硬化、有机磷中毒、风湿等，活力下降
酸性磷酸酶	前列腺癌、肝炎、红血球病变时，活力升高
碱性磷酸酶	佝偻病、软骨化病、骨瘤、甲状旁腺机能亢进时，活力升高；软骨发育不全等，活力下降
谷丙转氨酶/ 谷草转氨酶	肝病、心肌梗塞等，活力升高
$\gamma$ -谷氨酰转 肽酶 ( $\gamma$ - GT) 醛缩酶	原发性和继发性肝癌，活力增高至200单位以上，阻塞性黄疸、肝硬化、胆道癌等，血清中酶活力升高
胃蛋白酶	急性传染性肝炎、心肌梗塞，血清中酶活力显著升高
磷酸葡萄糖变位 酶	胃癌，活力升高；十二指肠溃疡，活力下降
乳酸脱氢酶	肝炎、癌症，活力升高
	肝癌、急性肝炎、心肌梗塞，活力显著升高；肝硬化，活力正常

端粒酶	癌细胞中含有端粒酶，正常体细胞内没有端粒酶活性
山梨醇脱氢(SDH)	急性肝炎，活力显著提高
脂肪酶	急性胰腺炎，活力升高，胰腺癌、胆管炎，活力升高
肌酸磷酸激(CK)	心肌梗塞，活力显著升高；肌炎、肌肉创伤，活力升高
$\alpha$ -羟基丁酸脱氢酶	心肌梗塞、心肌炎，活力增高
磷酸己糖异构酶	急性肝炎，活力极度升高；心肌梗塞、急性肾炎，脑溢血，活力明显升高
鸟氨酸氨基甲酰转移酶	急性肝炎，活力急速增高；肝癌，活力明显升高
乳酸脱氢酶同工酶	心肌梗塞、恶性贫血，LDH <sub>1</sub> 增高；白血病、肌肉萎缩，LDH <sub>2</sub> 增高；白血病、淋巴肉瘤、肺癌，LDH <sub>3</sub> 增高；转移性肝癌、结肠癌，LDH <sub>4</sub> 增高；肝炎、原发性肝癌、脂肪肝、心肌梗塞、外伤、骨折，LDH <sub>5</sub> 增高
葡萄糖氧化酶	测定血糖含量，诊断糖尿病
亮氨酸氨肽酶(LAP)	肝癌、阴道癌、阻塞性黄疸，活力明显升高

# 一、用酶进行疾病的诊断

## 1、通过体内酶活力的变化诊断疾病

### (1) 碱性和酸性磷酸酶

**Alkaline and acid phosphatase**



### (2) 转氨酶 aminotransferase



检验项目 (√)	检查时间 (节假日除外)	抽血时间 (√)	取报告单时间 (√)
<input type="checkbox"/> 肝功组合 <input type="checkbox"/> 肾功组合 <input type="checkbox"/> 血糖 <input type="checkbox"/> 血脂 <input type="checkbox"/> 血沉 <input type="checkbox"/> 老年组合 <input type="checkbox"/> 心肌酶 <input type="checkbox"/>	每 天	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 甲乙丙肝 <input type="checkbox"/> 两对半 <input type="checkbox"/> 表面抗原 <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 免疫五项 <input type="checkbox"/> 风湿三项 <input type="checkbox"/> Hb电泳 <input type="checkbox"/> G-6-PD	星期一至五	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> VCA-IgA <input type="checkbox"/> ENA 多肽酶谱	每周二、四	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 支原体 <input type="checkbox"/> 结核抗体 <input type="checkbox"/> 淋球菌培养	每 天	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 解放军第一一八医院检验报告单

姓名: 蒋... 门诊号: 50712037 标本类型: 标本编号:  
 性别: 男 科室: 传染科(门) 病人类别: 门诊 唯一编号: 50712037  
 年龄: 35岁 床号: 临床诊断: 备注:  
 注: 检验结果仅对该标本负责, 请仔细核对如有不妥当面质疑

标本	项目	结果	参考值	标本	项目	结果	参考值
血清	总胆红素	9.7	5 -- 20 umol/L				
血清	直接胆红素	4.1	1.7 -- 6.8 umol/L				
血清	间接胆红素	5.6	umol/L				
血清	直胆: 总胆	0.42					
血清	总蛋白	79.30	60 -- 85 g/L				
血清	白蛋白	47.70	35 -- 55 g/L				
血清	球蛋白	31.60	23 -- 38 g/L				
血清	白球比	1.51	1.05 -- 1.9				
血清	谷丙转氨酶	69.3 U/L	5 -- 50 U/L				
血清	谷草转氨酶	41.1 U/L	5 -- 35 U/L				
血清	谷丙/谷草	1.69					
血清	谷氨酰转氨酶	23.4	8 -- 50 U/L				
血清	碱性磷酸酶	74.0	40 -- 150 U/L				
血清	总胆汁酸	14.1	0 -- 20 umol/L				

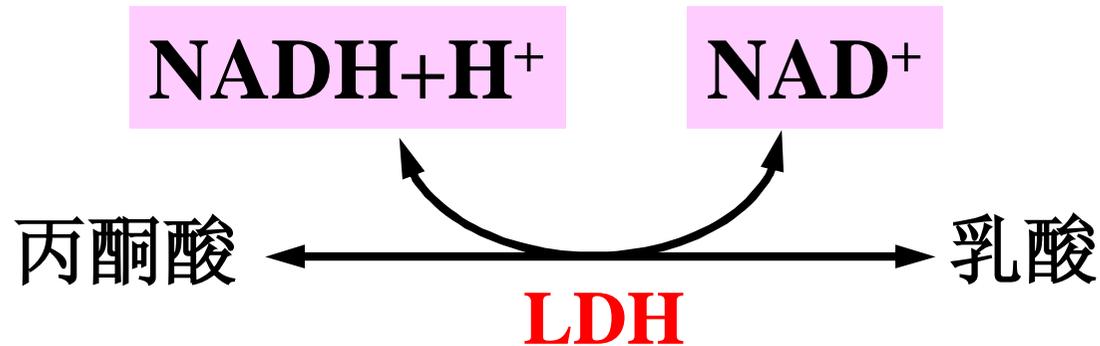
### 温州市长海医疗门诊部检验报告单

性别: 男 年龄: 34岁  
 送检医生: 李 送检日期: 2005.07.14

测定结果	参考范围	单位
谷丙转氨酶	30	5-50 U/L
谷草转氨酶	35	5-55 U/L
总蛋白	70	60-80 g/L
白蛋白	45	40-53 g/L
白球蛋白比	1.8	1.5-2.5
总胆红素	10.4	3.0-20.0 mol/L
直接胆红素	2	0.2-7.1 mol/L

体检表中有关酶的选项

### (3) 乳酸脱氢酶 LDH



糖酵解  
最后一步反应

### (4) 葡萄糖磷酸异构酶



糖酵解  
第二步反应

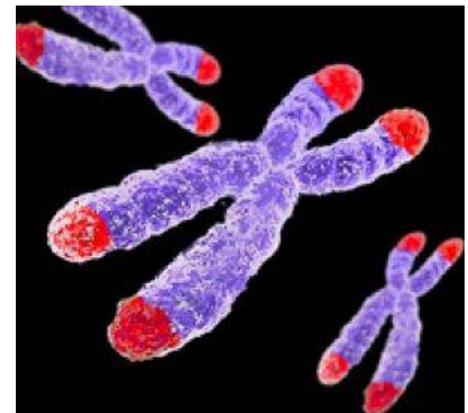
#### (4) 胆碱酯酶 cholinesterase

正常值为30~80单位，传染性肝炎、肝硬化、风湿、营养不良等病症时，酶活力下降。

#### (5) 端粒酶 telomerase



人体正常的细胞内（生殖细胞和干细胞除外），端粒酶的生物合成和活性受到抑制，而分化程度较低的癌细胞中可明显检测到端粒酶的活性。



## 2、用酶测定物质的量的变化进行疾病诊断

酶	测定的物质	用途
葡萄糖氧化酶	葡萄糖	测定血糖、尿糖，诊断糖尿病
葡萄糖氧化酶+过氧化物酶	葡萄糖	测定血糖、尿糖，诊断糖尿病
尿素酶	尿素	测定血液、尿液中尿素的量， 诊断肝脏、肾脏病变
谷氨酰胺酶	谷氨酰胺	测定脑脊液中谷氨酰胺的量， 诊断肝昏迷、肝硬化
胆固醇氧化酶	胆固醇	测定胆固醇含量，诊断高血脂 等
DNA聚合酶	基因	通过基因扩增，基因测序， 诊断基因变异、检测癌基因

血糖仪检测糖尿病



### 3、酶在疾病治疗方面的应用



消化不良

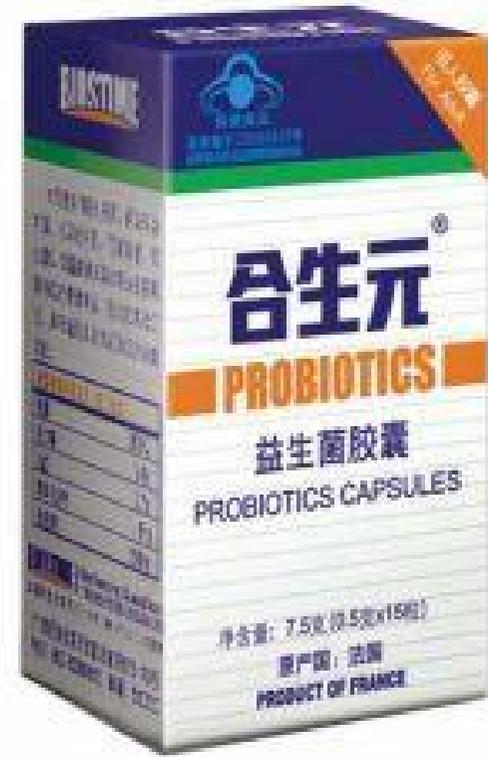
消化不良  
除去坏细菌  
血压

消化不良

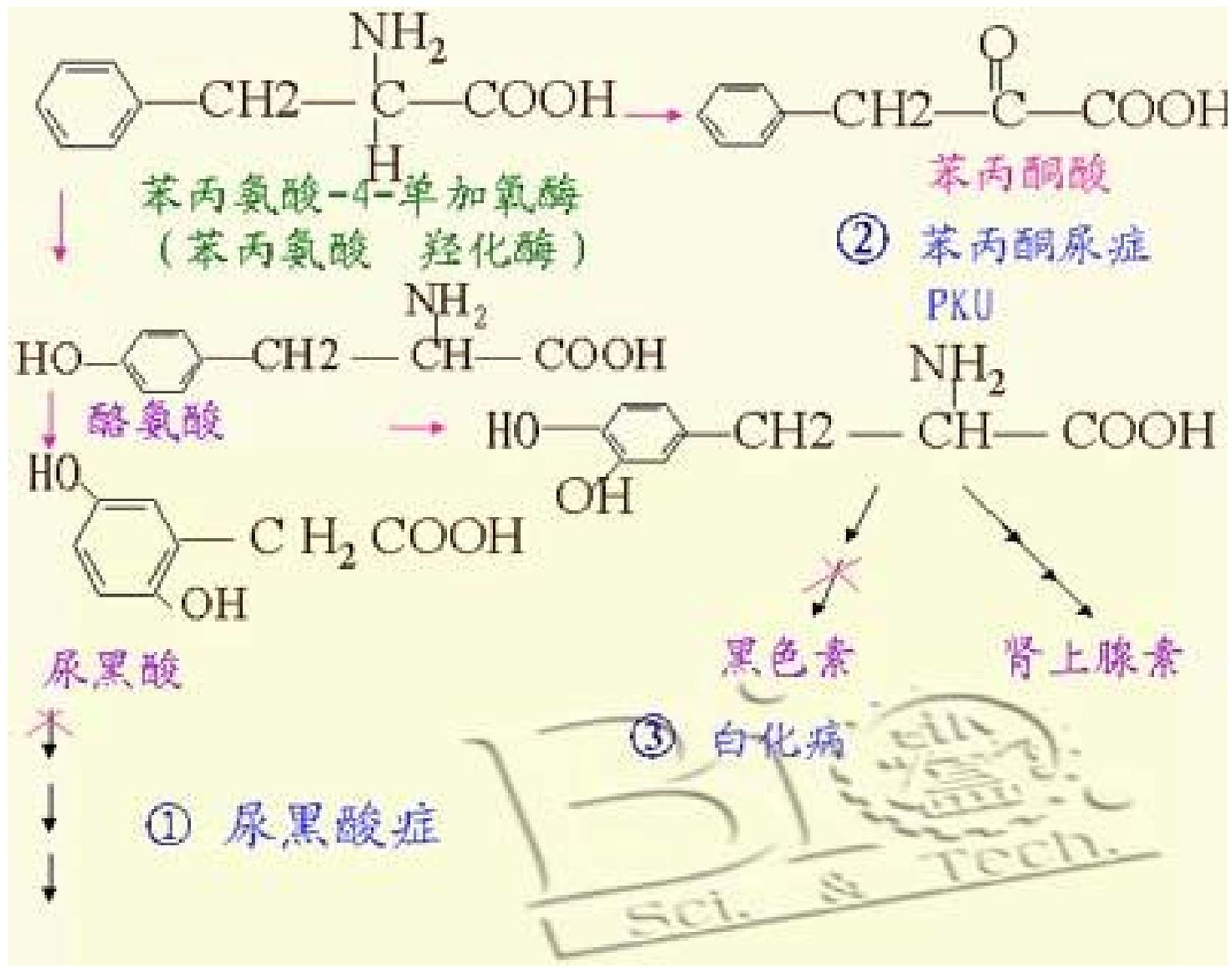
消化不良

各种细菌

心肌梗塞，结膜下出血，黄斑部出

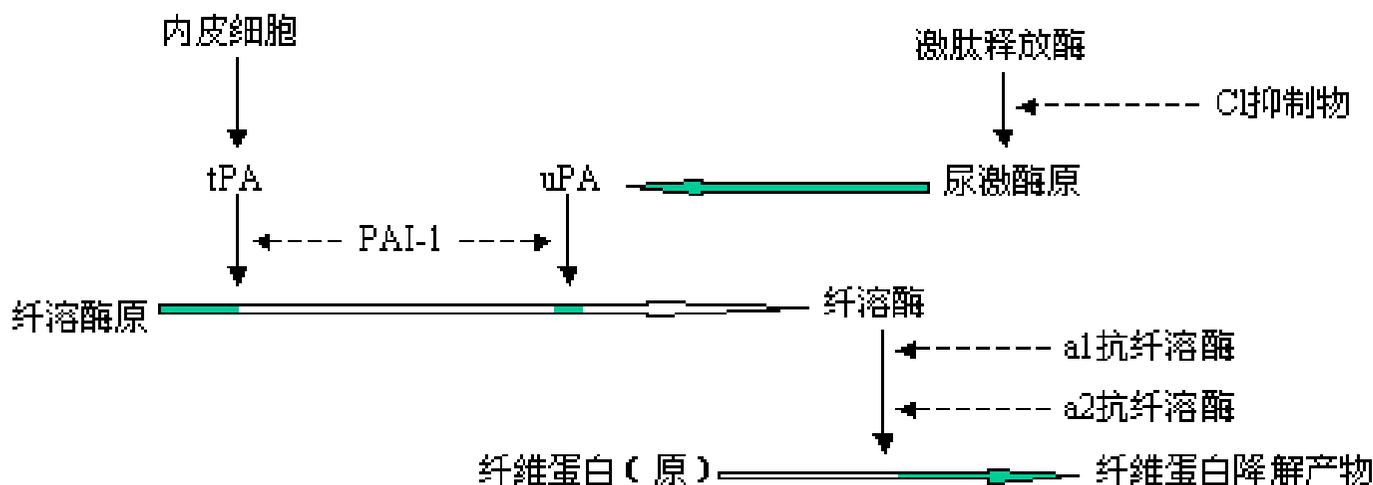


# 苯丙氨酸代谢途径关系到三种遗传病

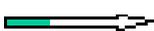


**苯丙酮尿症:**  
 脑发育受阻,  
 严重智力呆滞, 智商 0-50





纤溶蛋白溶解系统激活与抑制示意图

——▶ 催化作用       尿激酶      - - - -▶ 抑制作用

tPA：组织纤溶酶原激活物；uPA：尿激酶；PAI-1：组织纤溶酶原激活物抑制剂-1



# 栓溶酶类与心血管疾病



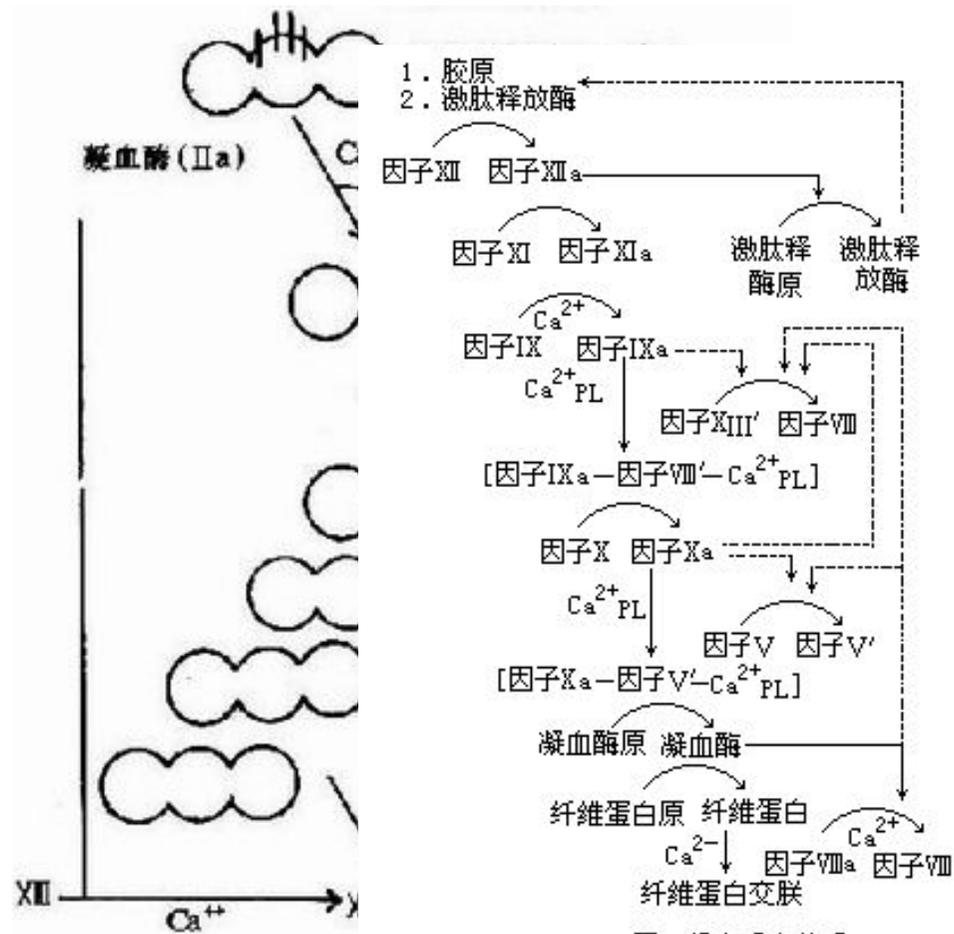
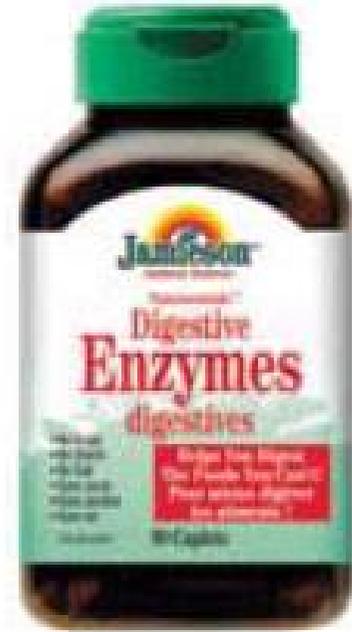


图1 凝血反应体系



# 凝血酶

# 消化酶类



## 【成分(每片含)】

- 1) 消化蛋白质：木瓜蛋白酶50毫克  
菠萝蛋白酶30毫克；
- 2) 消化脂肪：脂肪酶30毫克；
- 3) 消化碳水化合物/淀粉：淀粉酶50毫克；
- 4) 消化乳制品：乳糖酶30毫克；
- 5) 消化纤维：纤维素酶15毫克。

另含：能抑制过多胃酸的葡萄糖酸钙，能缓解反胃  
薄荷叶和茴香

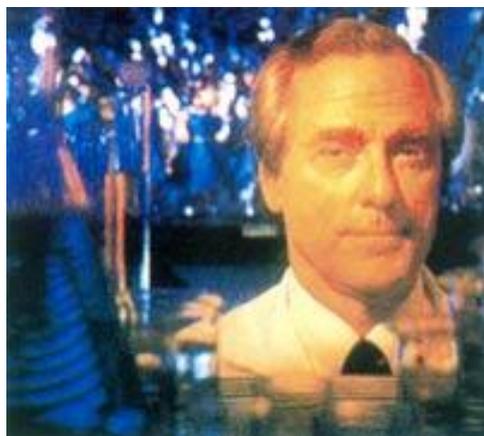
## 【适用人群】

- 消化不良者，
- 肠胃疾病患者，大病初愈者



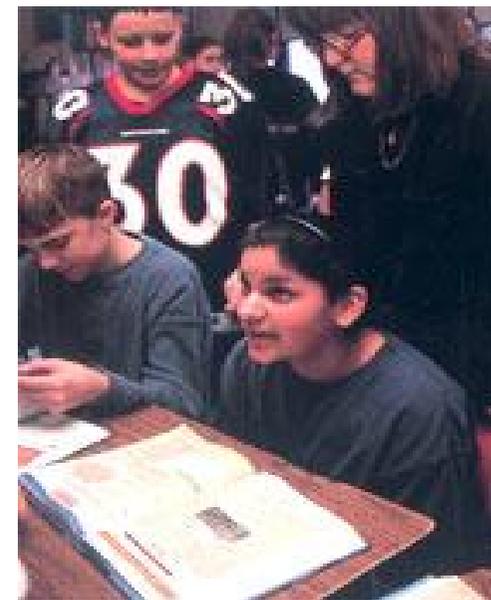
SOD





美国医学家WF·安德森等人对腺苷脱氨酶缺乏症（ADA缺乏症）的基因治疗，是世界上第一个基因治疗成功的范例。

1990年9月14日，安德森对一例患ADA缺乏症的4岁女孩谢德尔进行基因治疗。这个4岁女孩由于遗传基因有缺陷，自身不能生产ADA，先天性免疫功能不全，只能生活在无菌的隔离帐里。他们将含有这个女孩自己的白血球的溶液输入她左臂的一条静脉血管中，这种白血球都已经过改造，有缺陷的基因已经被健康的基因所替代。在以后的10个月内她又接受了7次这样的治疗，同时也接受酶治疗。经治疗后，免疫功能日趋健全，能够走出隔离帐，过上了正常人的生活。

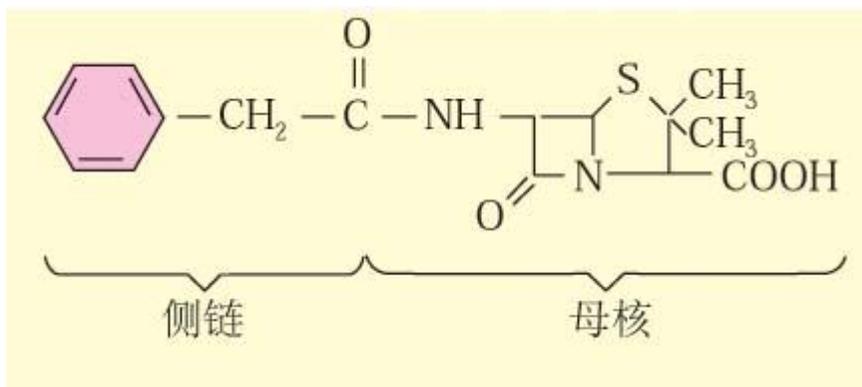
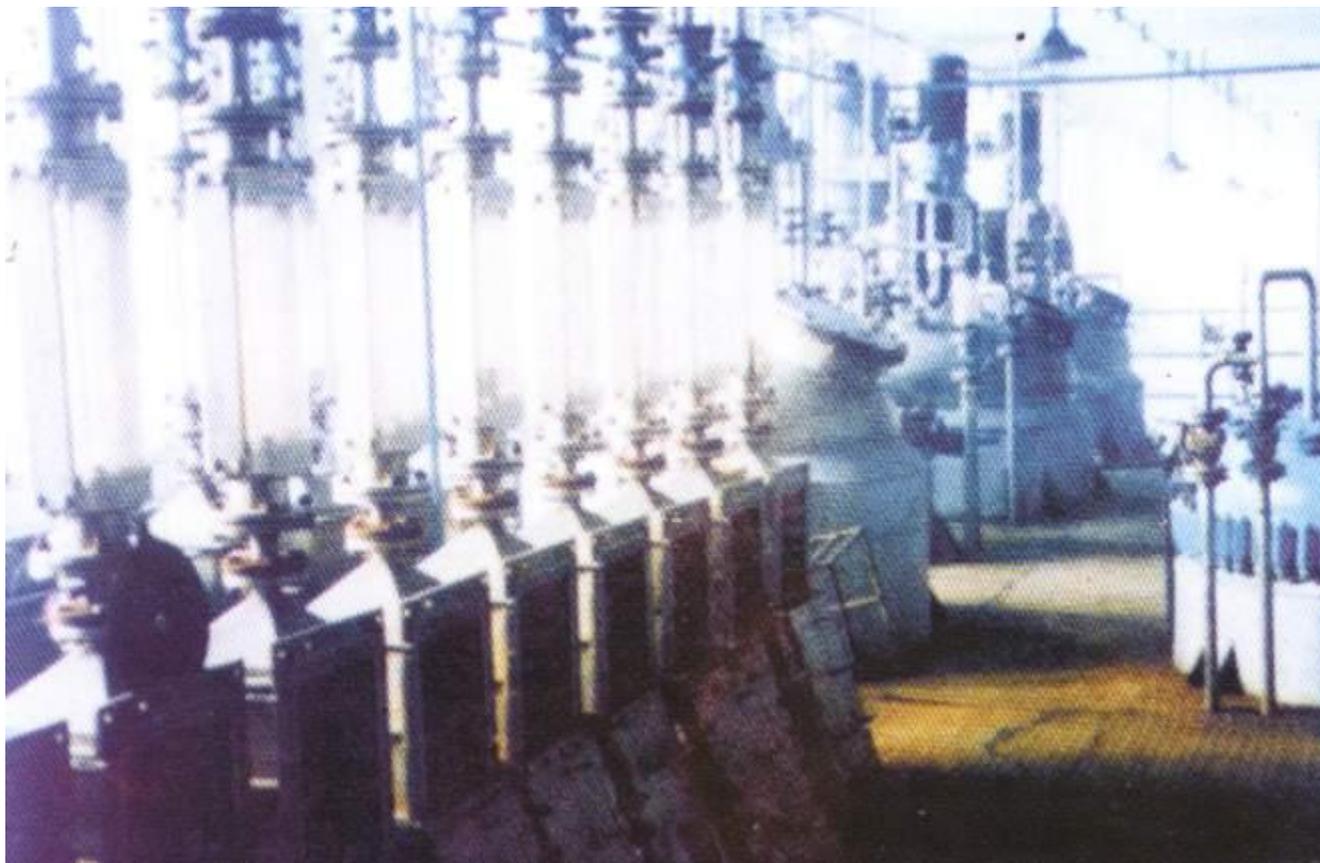


20

谢德尔，1999

## 4、酶在药物制造方面的应用

酶	主要来源	用途
青霉素酰化酶	微生物	制造半合成青霉素和头孢菌素
11-β-羟化酶	霉菌	制造氢化可的松
L-酪氨酸转氨酶	细菌	制造多巴（L-二羟苯丙氨酸）
β-酪氨酸酶	植物	制造多巴
α-甘露糖苷酶	链霉菌	制造高效链霉素
核苷磷酸化酶	微生物	生产阿拉伯糖腺嘌呤核苷（阿糖腺苷）
酰基氨基酸水解酶	微生物	生产L-氨基酸
5'-磷酸二酯酶	桔青霉等微生物	生产各种核苷酸
多核苷酸磷酸化酶	微生物	生产聚肌胞，聚肌苷酸
无色杆菌蛋白酶	细菌	由猪胰岛素（Ala-30）转变为人胰岛素（Thr-30）
核糖核酸酶	微生物	生产核苷酸
蛋白酶	动物、植物、微生物	生产L-氨基酸
β-葡萄糖苷酶	黑曲霉等微生物	生产人参皂甙-Rh <sub>2</sub>



## 青霉素酰化酶 与 抗生素改造

## 第二节 酶在食品方面的应用



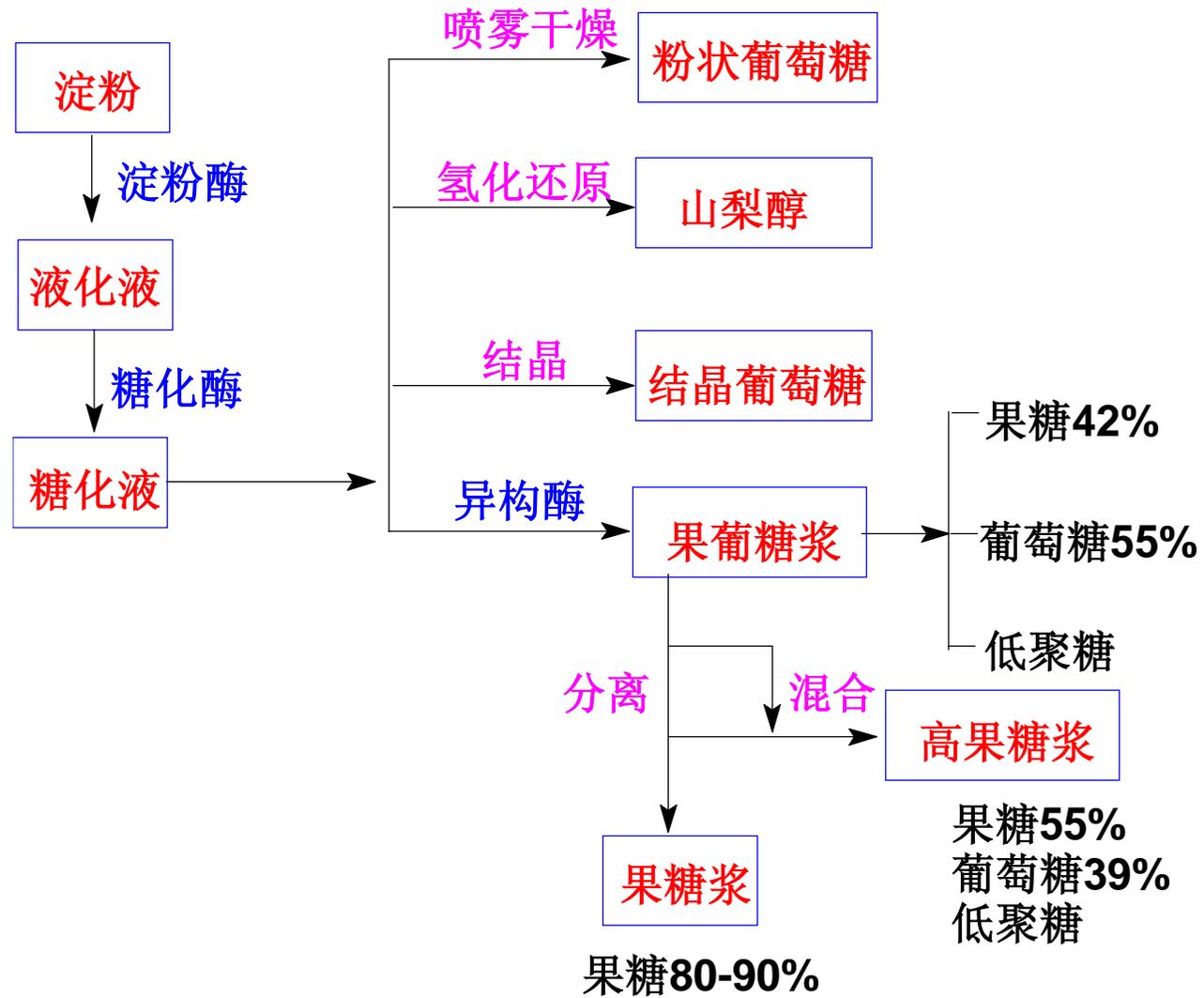
果汁生产与果胶酶



乳制品与凝乳酶



# 淀粉酶类与淀粉糖业



# 果菜清洗



# 拣果机



The production line consists of feeding lifting conveyor, orange pulp separator, pith remover and selective conveyor.

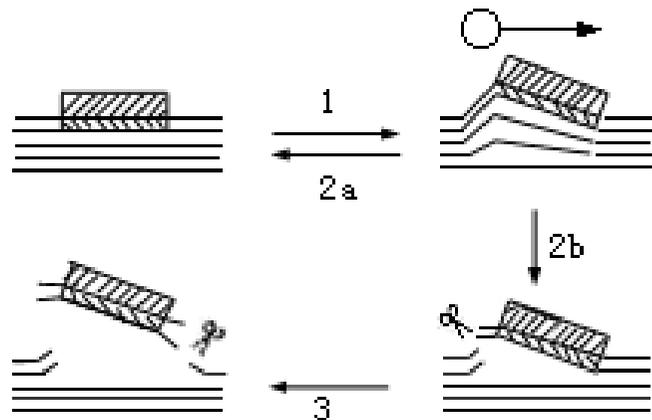
Capacity: 525kg/h (orange pulp)  
Power: 2.95kw    Occupied area: 35m<sup>2</sup>

该设备用于桔、柚等果品制作粒瓤由喂入升运器、桔瓤分离器、茎络清除器、选别输送器等组成。

生产能力: 525kg/h (桔瓤)  
配用功率: 2.95kw    占地面积: 35m<sup>2</sup>

## 第三节 酶在轻工、化工方面的应用

- S 一、进行原料处理
- S 二、生产各种轻工、化工产品
- S 三、增强产品的使用效果



酶 墨(表面的) 墨(深入的)

### 酶法脱墨模型

1. 磨擦打开纤维 2a. 还原 2b. 酶切 3. 移去油墨



#### 纤维素酶的应用

##### 1 去细胞壁和粗纤维

- (1)放出细胞内含物如：  
酶类、多聚糖类、蛋白的释放
- (2)提高干蔬菜汤料的复水性
- (3)提高高纤维饲料的可消化性如：油料饼、稻草、麦杆
- (4)制备植物原生质体用于高等植物基因工程

##### 2 生产葡萄糖及其它可溶性糖

- (1)用于动物饲料提高营养价值，增加对高纤维饲料

中糖的利用，生产糖浆或副产品，并可用于培养酵母及生产单细胞蛋白

- (2)工业原料将糖转化为乙醇、丁醇等
- (3)工业发酵粗料以糖为原料生产抗生素、柠檬酸等

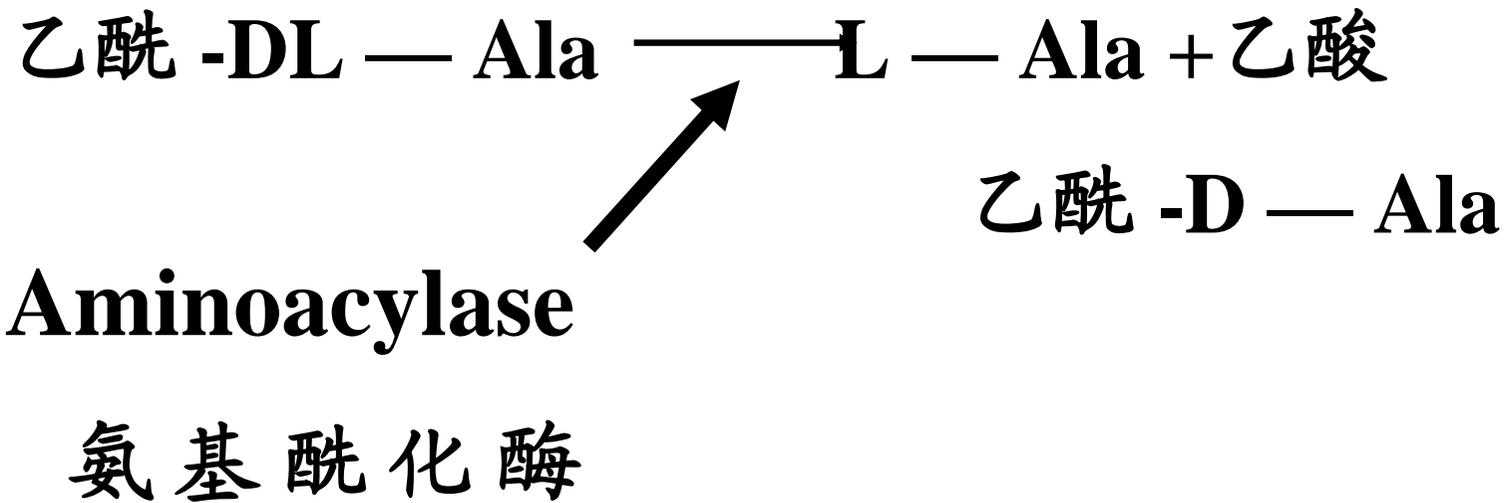
##### 3 生产木聚糖

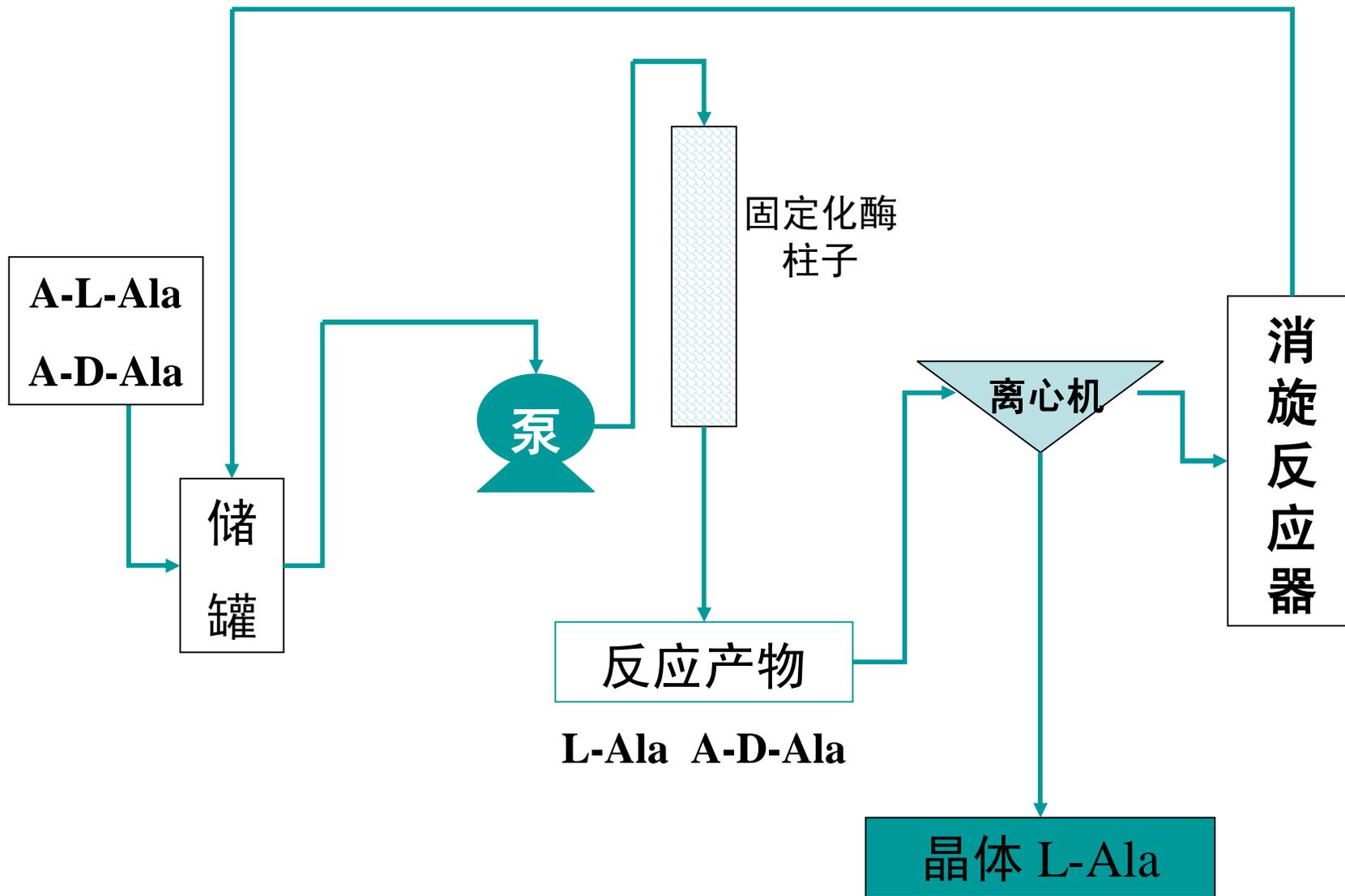
可用于树脂、化学粗材料

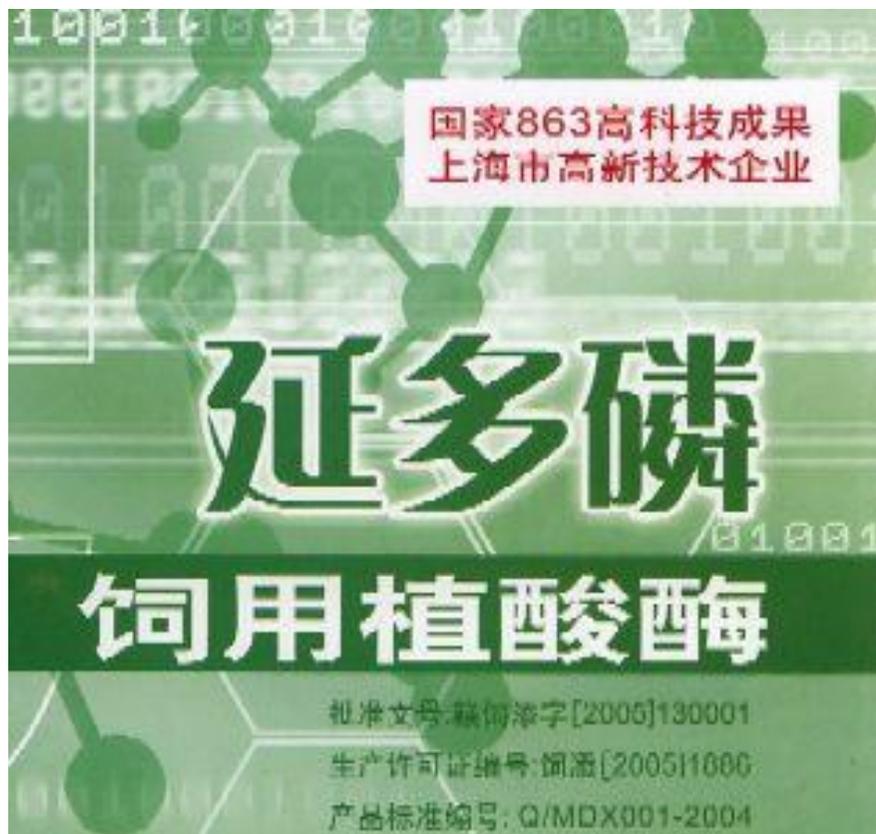
##### 4 食品添加剂的应用

- (1)生产高质量无细胞蛋白
- (2)在食品中添加发酵或水解纤维素的微生物
- (3)生产真菌蛋白酶

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







# 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。

## 皮革脱毛与软化

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。

## 加酶洗涤剂

加速蛋白质分解

## 生丝脱胶与羊毛染

染色温度降低

# 第四节 酶在环境保护方面的应用

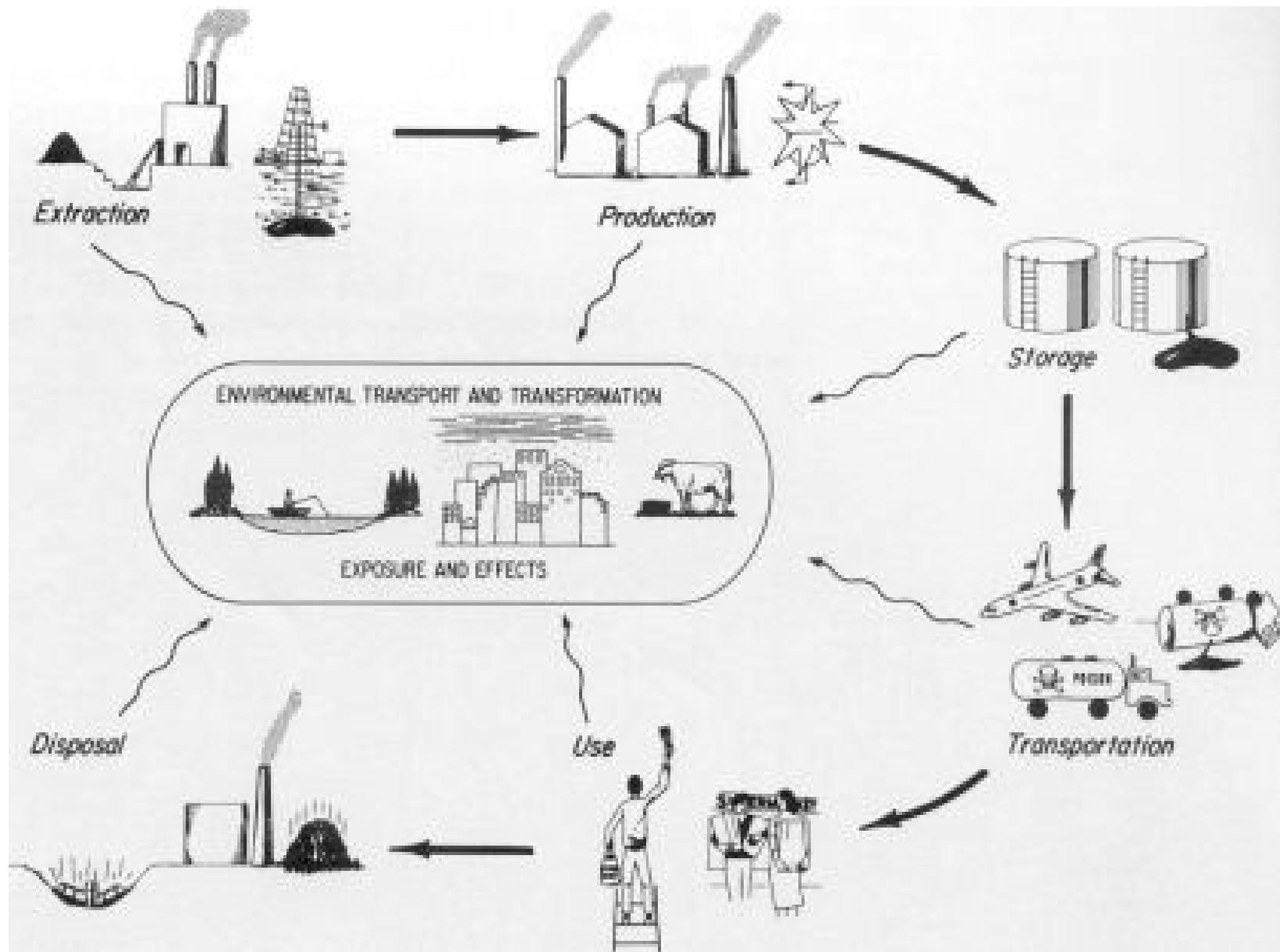
S 一、环境监测

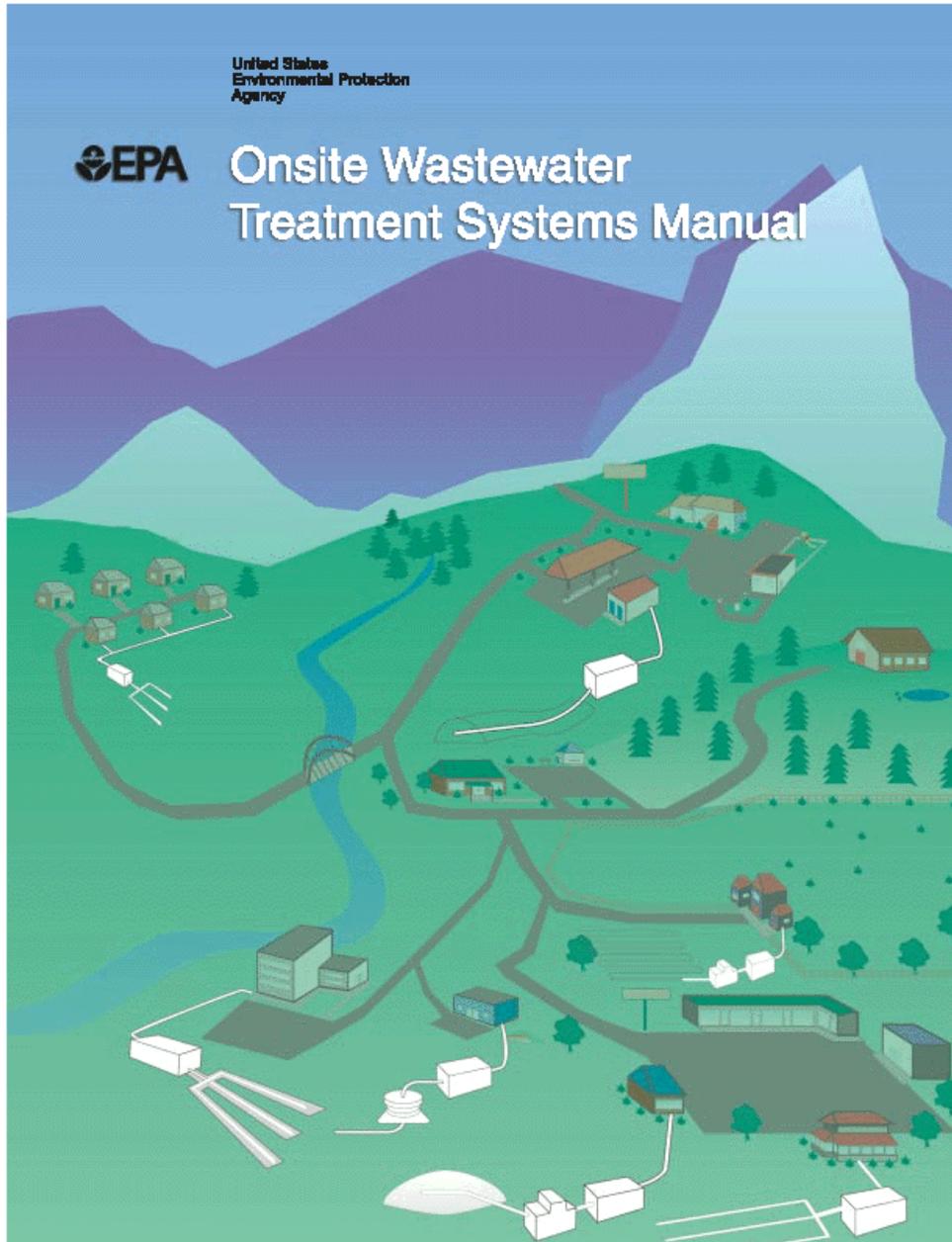
S 二、废水处理

— 过氧化物酶

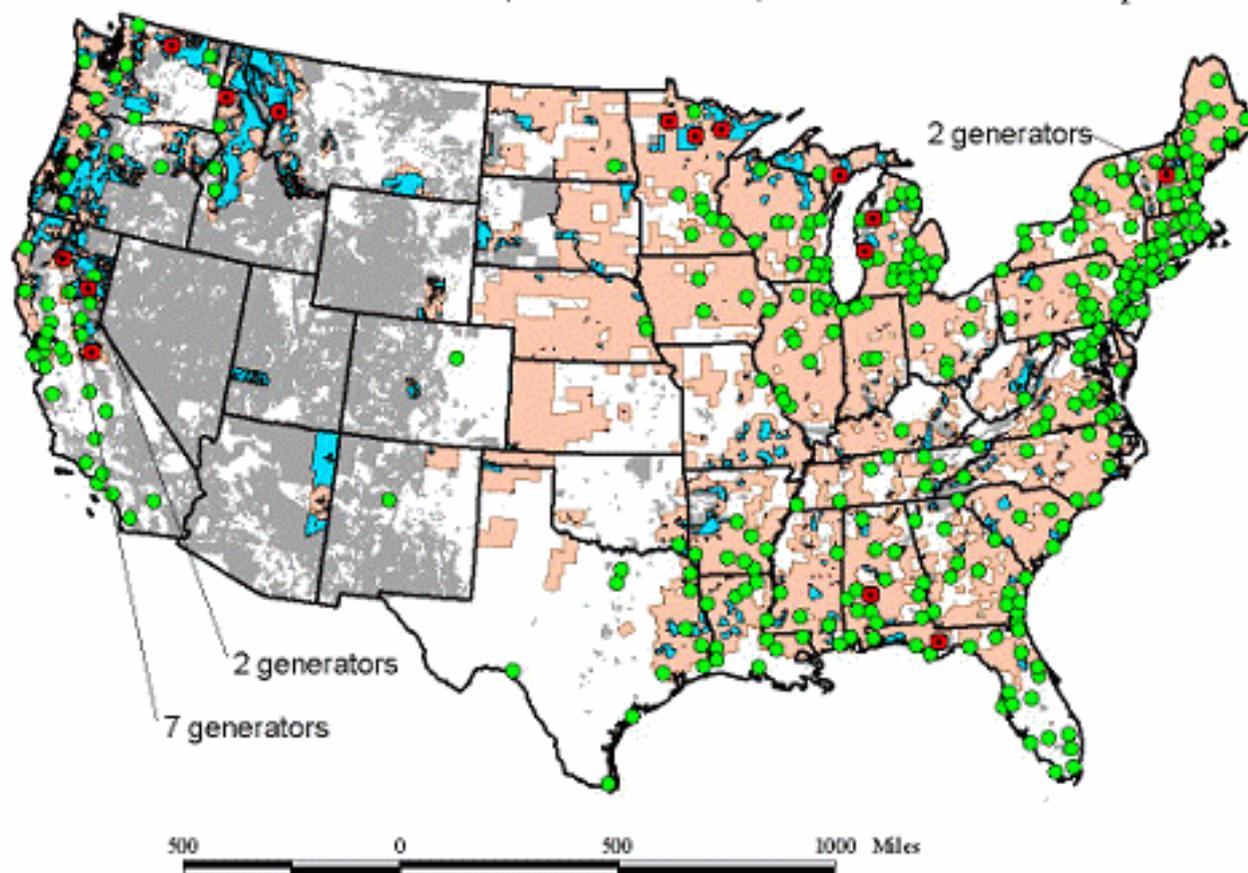
— 多酚氧化酶

S 三、可降解材料开发





# Federal lands, lower 48 States, with biomass resource potential of 5,000 or greater

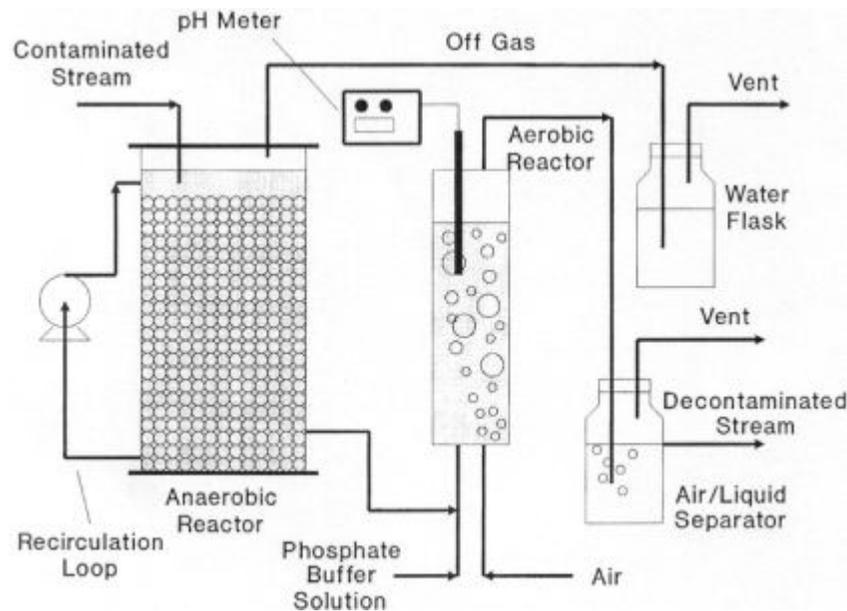
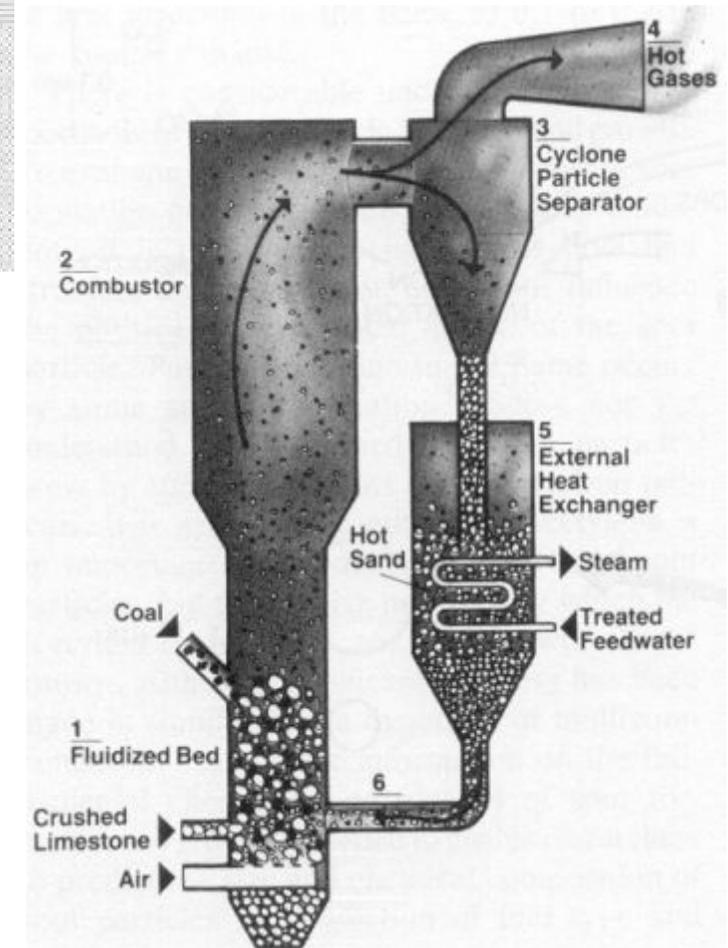
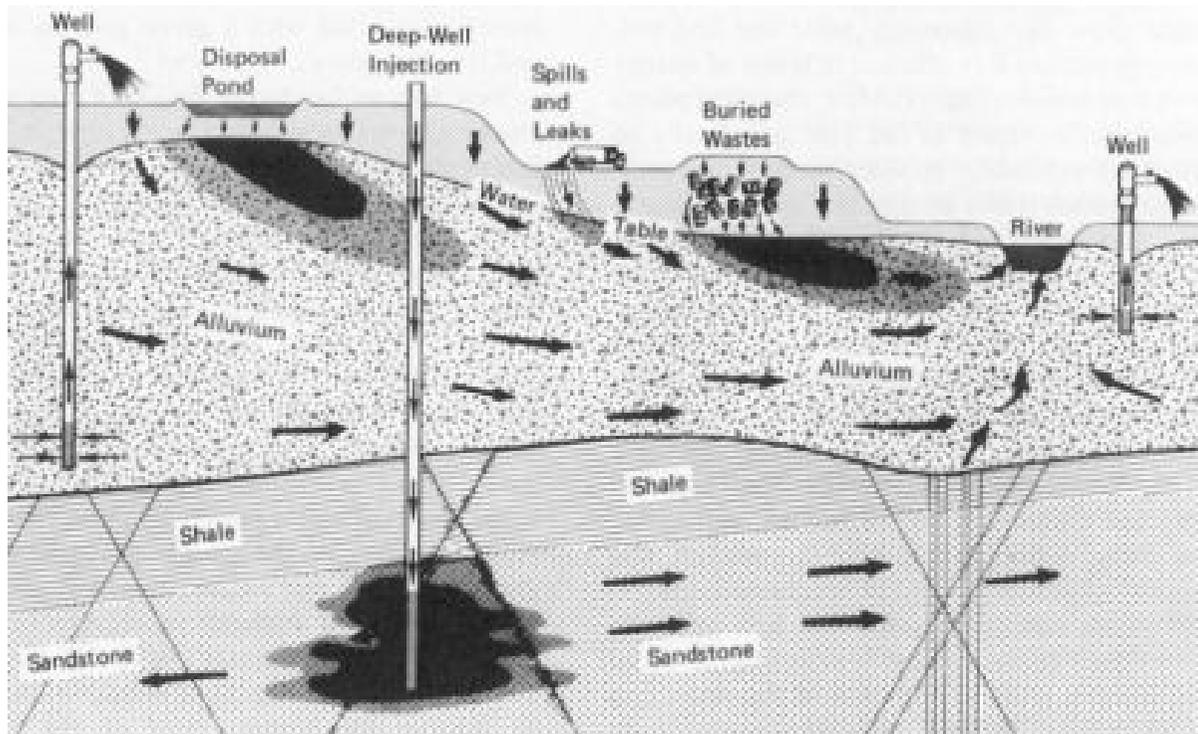


- Area within Federal lands with a biomass resource potential of 5,000 or greater
- Area not on Federal lands with a biomass resource potential of 5,000 or greater
- Lands under Federal management
- Electric generating plants (469) using biomass energy
- Plants (23) using biomass energy located on Federal lands

Ratings are in units of potential kilowatts per county. Areas with ratings of 5,000 or higher have high potential for energy generation using biomass as a fuel

- 13%  
% of biomass resource potential areas classified 5,000 or greater that are located on Federal lands
- 24%  
% of Federal lands with biomass resource potential of 5,000 or greater
- 4.9%  
% of biomass electric energy generated using biomass from Federal lands
- 1.4%  
% of U.S. electric energy generated with biomass fuels

Source of biomass resource potential measures:  
 U.S. DOE  
 National Renewable Energy Laboratory  
 Source of biomass inputs and biomass plant locations:  
 EIA  
 EPA Egrid database (1998)

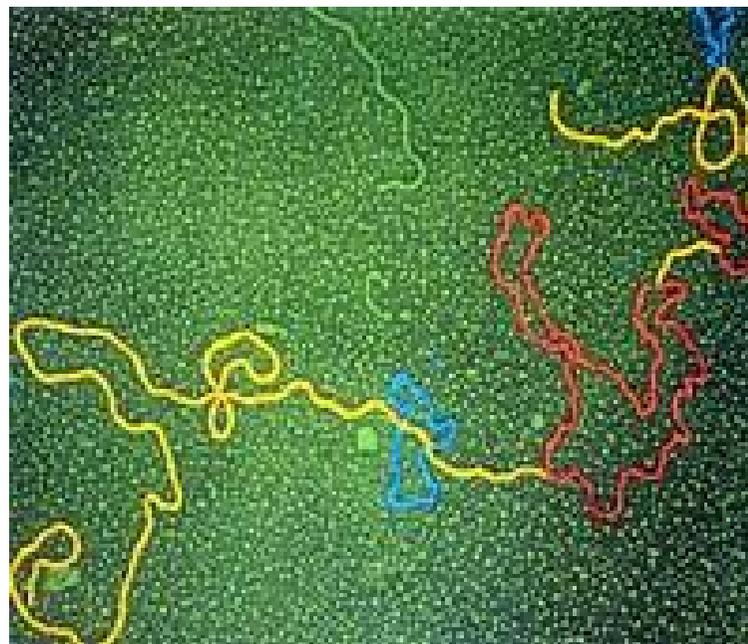


# 第五节 酶在生物技术领域的应用

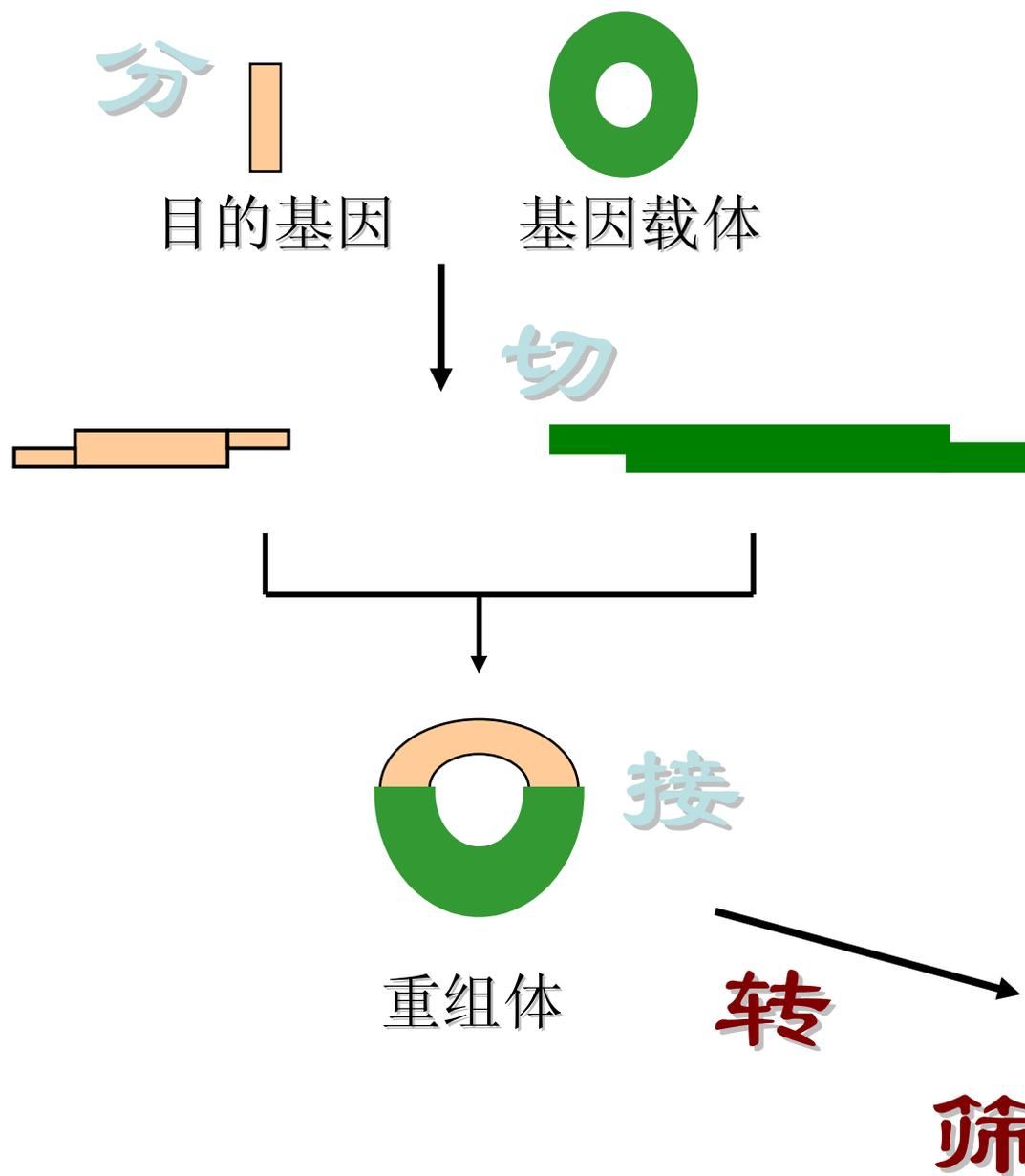
S 一、除去细胞壁

S 二、大分子切割

S 三、大分子连接



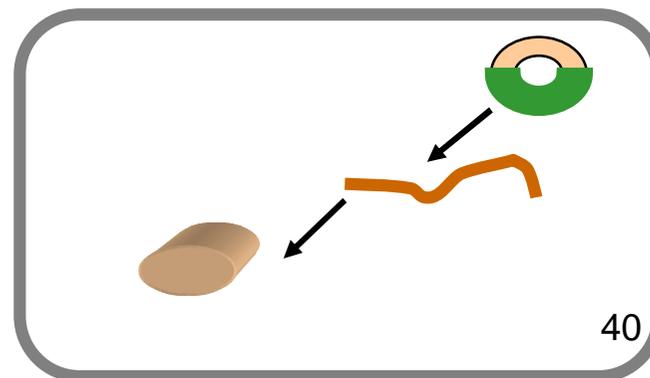
现代基因工程的创始人 P·伯格（美国，1926 - ）1972年，伯格把两种病毒的DNA用同一种限制性内切酶切割后，再用DNA连接酶把这两种DNA分子连接起来，于是产生了一种新的重组DNA分子，首次实现两种不同生物的DNA体外连接，获得了第一批重组DNA分子，这标志着基因工程技术的诞生。伯格因此获得了1980年诺贝尔化学奖。



用胰蛋白酶消化细胞  
以及对培养细胞进行  
传代



中性粒细胞碱性磷酸  
酶染色



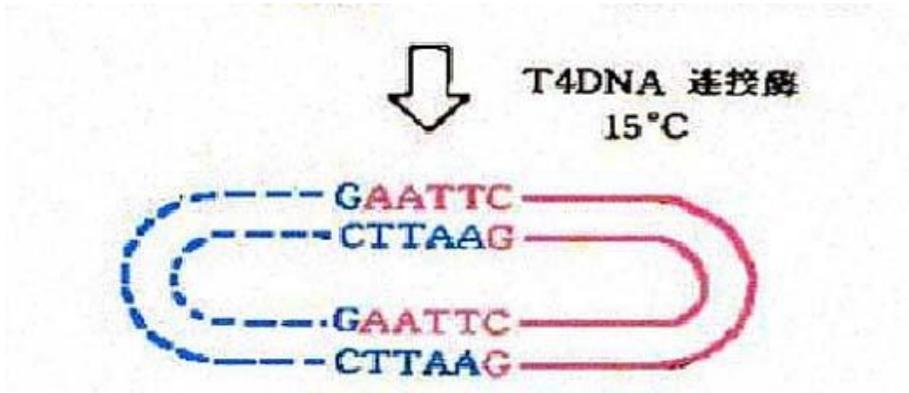
“分子手术刀”

限制性内切酶

“分子针线”

DNA 连接酶

限制性  
酶活性  
缓冲液  
甲基化  
底物性状



## 一些限制性核酸内切酶的来源与作用位点

酶	识别序列与作用位点、 5' -3'	来源
<b>Alu I</b>	<b>AG ↓ CT</b>	<i>Arthrobacter luteus</i>
<b>Ava I</b>	<b>C ↓ PyCGPuG</b>	<i>Anabaena vayiabilis</i>
<b>BamH I</b>	<b>G ↓ GATCC</b>	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>
<b>Bgl II</b>	<b>A ↓ GATCT</b>	<i>Bacillu globigii</i>
<b>Eco R I</b>	<b>G ↓ AATTC</b>	<i>Escherichia coli Rye13</i>
<b>Hae III</b>	<b>G ↓ GCC</b>	<i>Hacmophilus aegyptius</i>
<b>Hind III</b>	<b>A ↓ AGCTT</b>	<i>Haemophilus influenzae</i>
<b>Sma I</b>	<b>CCC ↓ GGG</b>	<i>Serratia marcens</i>



*Chapter is over !*