

你相信吗？一小勺土壤里有500亿个微生物存在，它们作为大自然中极其微小的生命体，却有着无法想象的能量。它们存在于你家楼下的小花园，存在于你经常走过的地方，并广泛存在于冰川、深海、火山、森林等任何地方。它们能够将腐朽的落叶转化成肥料，将污水净化成清泉……这一切都始于微生物生命体里的酶。

生物催化生活之美

# 漫游酶的世界

岳蕾◎主编



北京人民邮电出版社

生物催化生活之美

# 漫游酶世界

岳蕾◎主編



吉林人民出版社

## 本书编委会

主 编:岳 蕾

副主编:赵 溪

指导专家:周又红 孙万儒 刘明皓 徐 清

编 委:周又红 韩 静 崔云鹤 岳 蕾 赵 溪 彭 程

高 楠 李林洁 杨 柳

本书作者:崔 雪 韩晓佳 侯 越 祁诗月 杨海燕

岳 蕾 赵 溪

插画设计:陈 昱

# 导 读

## 认识酶的世界, 参与探索实践

### 为什么要编这本书

很多人一定奇怪, 让青少年在中小学阶段学习酶知识, 开设关于酶的学习课程, 知识跨度是不是太大了? 是的, 刚接到编写这本书的任务时, 我也有同样的疑惑: 不只是知识跨度大, 还有酶的学习方法设计难, 学校为青少年开设关于酶的课程也难。可喜的是, 在周又红名师工作室周围聚集了一群创新超群、爱好探究、勇于实践、勤于动手、热爱生化的一线专业科技教师, 第一次讨论会年轻的教师们居然很兴奋, 因为有接受新任务挑战的机会。我们明白, 关于酶的知识说大很大, 需要专业科学家长期研究; 说小又很小, 小到每个人生活的方方面面都有, 这给了我们一个可以工作的空间, 即我们常说的一句话: “对于新事物, 不要期盼总会有人帮你答疑解惑, 因为, 那正是你的责任。” 于是, 一群志同道合的教师欣然接受这个任务, 尝试在面向青少年学习酶知识领域做一番贡献。

## 怎样编写这本书

在讨论编写思路、风格、体例的过程中,我们考虑到当今的青少年需要学习的课程是比较多的,如何设计孩子乐学、教师乐教,学校乐用的课程是我们应当重点把握的关键。借助儿童作家冰心的一句话,“只拣儿童多行处,是永远不会找不到春天的。”我们将编写的重点放在青少年发展的核心素养方面,即青少年应具备能够适应终身发展和社会发展需要的必备品格和关键能力,综合表现为九大素养(如图)。



为此，本书设计主要从以下几方面展开：

- 培养青少年科学精神和创新实践能力，例如让学生探究不同水温或酸碱度对酶活性的影响。
- 培养青少年理解社会和社会责任感，例如让学生寻找农场中的酶来认识他们的社区。
- 培养青少年审美情操和身心健康，例如让学生通过身边的食物和饮料来感受酶与健康的关系。
- 帮助青少年学会学习和展望未来，例如通过知识放大镜让学生有自主学习空间。

沿袭工作室一贯“创新地写作、创新地探究、创新地授课、创新地实践”的工作风格，最终我们得以成书。

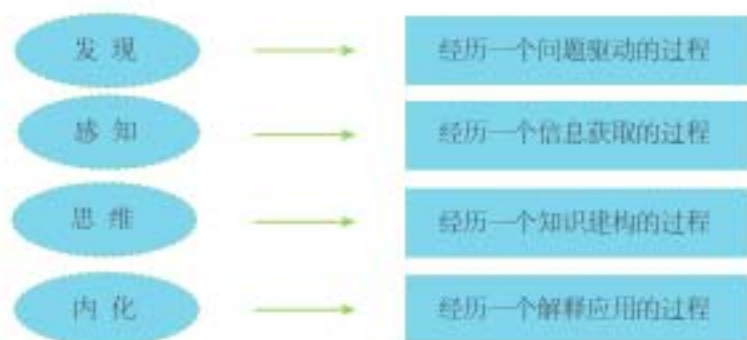
## 怎样用此书

如何让知识成为素养，让知识变成智慧，也就是说，只有能成为素养或智慧的知识才有力量。我们的书受到青少年及教师喜欢，这才是编书的最终目的。

**观察入手**——本书让青少年感觉是去参加、去经历一个个的观察、研究、认识活动。“观察、观察、再观察”曾作为巴甫洛夫的座右铭被写在他实

实验室的墙壁上。观察是获得科学事实最基本的方法和主要手段，观察不仅是接受信息的过程，也是加工信息的过程，观察过程不是感官生理过程，而是积极、能动的认识过程，观察过程中渗透理论。例如让学生观察不同条件下面团发酵的过程，从中总结出酶的特性。

**过程经历**——青少年需要一个特殊的学习经历，学生在参与活动中会感觉到从以知识为中心的课堂转向以探究为核心的课堂，其中要经历这样的过程来获得知识。



**实验探究**——由于实验是为了对假说进行检验，比直接观察更具有结构性，所以实验活动是最能反映科学方法的活动，是科学探究过程中收集证据的重要环节，也是认识较高层次的探究活动。本书设计了多种有趣的实验。例如让学生通过唾液淀粉酶催化水解不同底物的实验，探究酶的专一性。

**行动策略**——把教转化成学，需要转的不仅是思想，还有实现这一思想的行动策略！本书关注以下几点：

实验室的墙壁上。观察是获得科学事实最基本的方法和主要手段，观察不仅是接受信息的过程，也是加工信息的过程，观察过程不是感官生理过程，而是积极、能动的认识过程，观察过程中渗透理论。例如让学生观察不同条件下面团发酵的过程，从中总结出酶的特性。

**过程经历**——青少年需要一个特殊的学习经历，学生在参与活动中会感觉到从以知识为中心的课堂转向以探究为核心的课堂，其中要经历这样的过程来获得知识。



**实验探究**——由于实验是为了对假说进行检验，比直接观察更具有结构性，所以实验活动是最能反映科学方法的活动，是科学探究过程中收集证据的重要环节，也是认识较高层次的探究活动。本书设计了多种有趣的实验。例如让学生通过唾液淀粉酶催化水解不同底物的实验，探究酶的专一性。

**行动策略**——把教转化成学，需要转的不仅是思想，还有实现这一思想的行动策略！本书关注以下几点：



- 学生提出的问题并协助学生解决问题。
- 经过设计的探究过程，力求每个活动都能够更好地培养学生基本的探究能力。
- 探究过程的方法，设计了多种形式的活动，如表演、论坛、游戏、讨论、绘图、制作、实验等。
- 学生自发探究的过程，例如每个活动后都有一个拓展活动，让学生不满足于一次活动获得结论，而是不断有更多自主探究的机会。

总之，我们希望青少年在本书的引导下，积极参与关于酶的科学体验与探究，并在其中感受科学的魅力、酶的美丽，思维的趣味及实践的快乐，让探究酶成为一次智慧之旅！

周又红名师工作室

2016年6月1日



## 前 言

地球上存在着形形色色、种类繁多的生物，从飞禽走兽、参天大树到显微镜下的细菌、真菌、病毒等，它们每时每刻都在通过新陈代谢维持着生命，而这些复杂的新陈代谢过程大部分是在生物催化剂的作用下进行的，这些生物催化剂就是酶。

酶，英文为Enzyme，对于大多数非专业人员来说并不熟悉，常常被误认为“煤”或“霉”。随着生物技术的飞速发展，酶已经与我们的生活息息相关，广泛用于工业、农业、医学等领域。酶制剂的使用不但满足了人们日益多样化的需求、提高了人类的生活质量，而且使人类的生活环境变得更加美好。

为了揭开酶的神秘面纱，普及酶的基础知识，让大家认识到酶为人类可持续发展做出的卓越贡献，我们组织编写了这本适用于小学高年级和初中低年级学生的科普读本——《漫游酶世界》，引导孩子们在酶的世界中漫游。本书采用“故事+活动+场景”的三模块设置，具有较强的趣味性、实践性、知识性。

- 趣味性：本书以学生春游和参观活动为主线设计故事，例如：春游途中的奇遇、野外聚餐的趣事、参观农场的遭遇、春游归来的思考和参观工厂的感受等。这些故事可引起孩子们的阅读兴趣，具有较强的趣味性。
- 实践性：本书通过设计一些体验活动和动手实验，例如：第一章中酿酒过程引发的思考、揭开酶的“面纱”、保持不变的“加速者”，第二章中越嚼越甜的馒头、淀粉分解的奥秘、快速发酵的面团、果汁中的魔术师、助消化的能手，第三章中隐藏在生活中的酶，第四章中洗衣服的水温、酸碱度的影响、酶加工制品的Bingo游戏，第五章中神奇的“发酵罐”和零污染的绿色工艺等组成的活动模块，适用于教师带领孩子通过实践进行深入探究与学习。
- 知识性：本书通过设计酿酒、餐桌、农场、家庭、工厂中寻酶的场景模块，介绍酶制剂在工业、农业、医药、日常生活中的应用，是酶应用知识的大集合。

除此之外，本书还在知识放大镜中给出了大量关于酶的知识介绍，让感兴趣的孩子获得更多酶的相关知识，从而激发孩子对生活中常见酶的深入探究。希望孩子和教师能够通过本书的故事、活动和知识，逐步认识与我

们生活息息相关的“酶”，并进一步认识到“酶”的使用对人类社会可持续发展做出的巨大贡献，真正体会到“生物催化生活之美”的本质。

本书的顺利出版与专家的悉心指导、教师的辛勤劳动、周又红名师工作室的大力支持息息相关，在此对他们的付出表示衷心的感谢！

编者

2016年5月30日





## 第一章 春游途中的奇遇

故事 老爷爷家的藏酒.....003

活动1 酿酒过程引发的思考.....008

活动2 揭开酶的“面纱”.....013

活动3 保持不变的“加速者”.....016

画中寻酶：酿酒中寻酶.....020



## 第二章 野外聚餐的趣事

故事 跟吃有关的“秘密”.....025

活动1 越嚼越甜的馒头.....031

活动2 淀粉分解的奥秘.....034

活动3 快速发酵的面团.....037

活动4 果汁中的魔术师.....040

活动5 助消化的能手.....043

画中寻酶：餐桌上寻酶.....046



### 第三章 参观农场的遭遇



- 故事 小蜜蜂事件.....051
- 活动 隐藏在生活中的酶.....057
- 画中寻酶：农场中寻酶.....060

### 第四章 春游归来的思考



- 故事 生活中的大学问.....065
- 活动 1 洗衣服的水温.....071
- 活动 2 酸碱度的影响.....075
- 活动 3 酶加工制品的Bingo游戏.....078
- 画中寻酶：家庭中寻酶.....082

### 第五章 参观工厂的感受

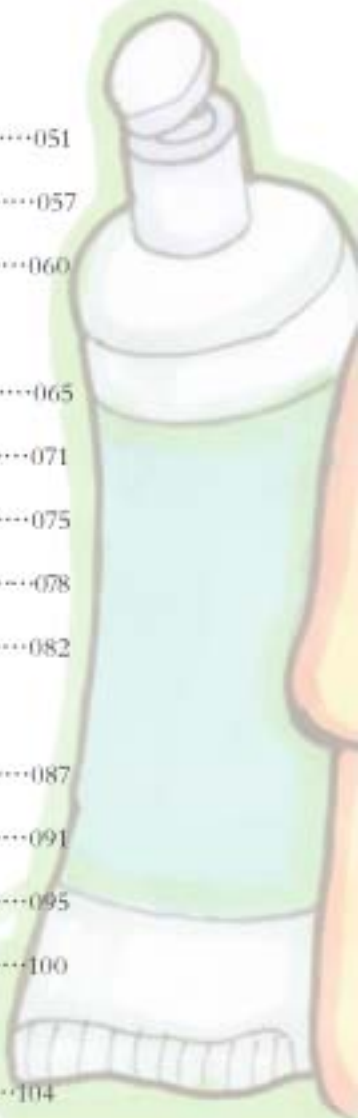


- 故事 “不可接触”的环境卫士.....087
- 活动 1 神奇的发酵罐.....091
- 活动 2 零污染的绿色工艺.....095
- 画中寻酶：工厂中寻酶.....100

### 知识放大镜



- 你知道它们的意思吗?.....104
- 酶的发现历史.....105

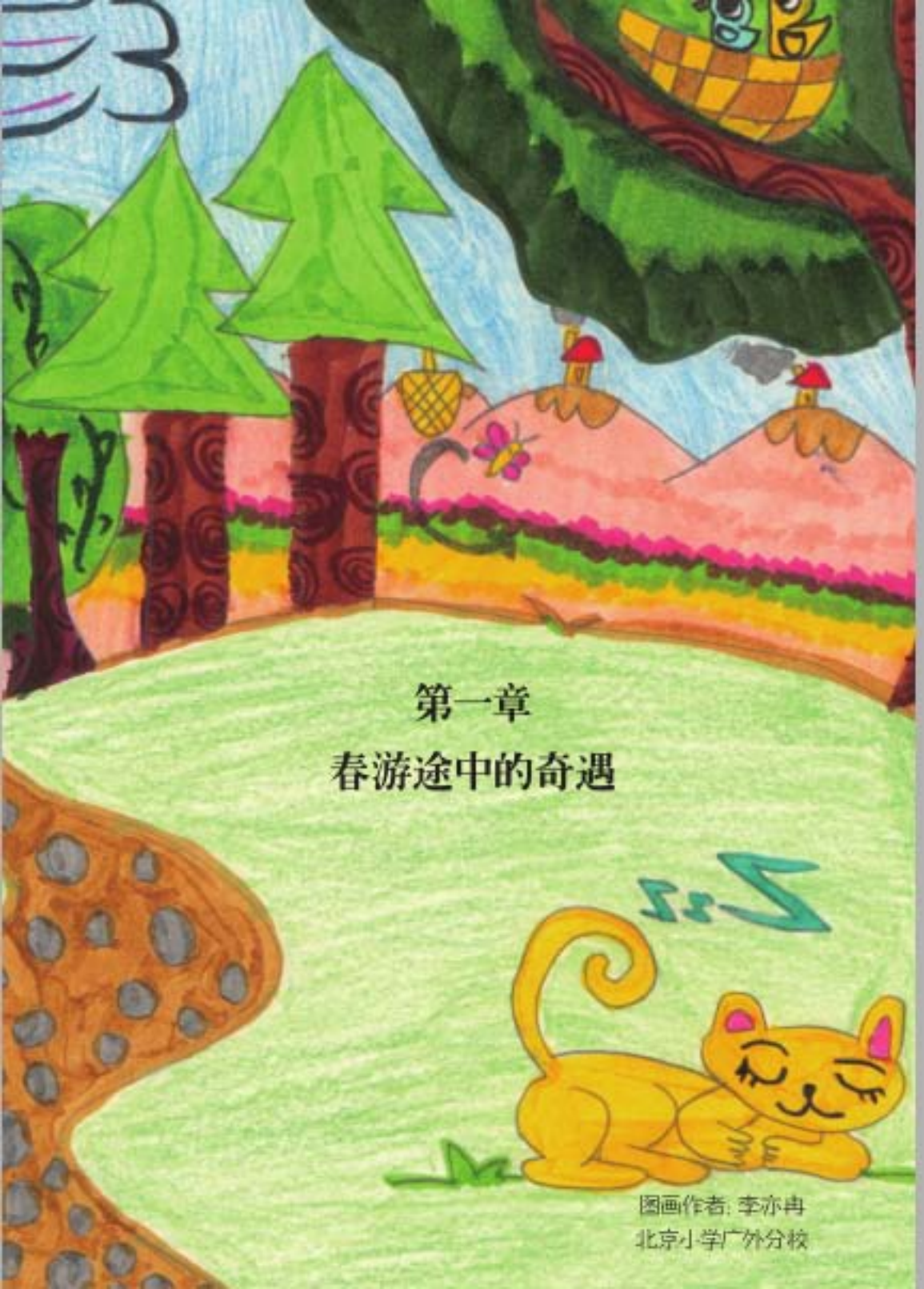


酶催化作用的本质·····	106
酶活性的影响因素·····	107
酶与日常生活息息相关·····	108
唾液中的酶·····	109
嫩肉粉中的酶·····	109
蜂蜜中的酶·····	110
洗衣粉中的酶·····	112
酪氨酸酶·····	113
果胶酶·····	113
蛋白酶·····	114
溶菌酶·····	115
药物中的酶·····	116
酶在纺织工业中的应用·····	117
酶在制革工业中的应用·····	118
酶在造纸工业中的应用·····	119
酶在饲料工业中的应用·····	120
酶在食品工业中的应用·····	121
酶制剂在燃料酒精工业生产中的应用·····	124
酶的生产工艺流程·····	125









第一章  
春游途中的奇遇

图画作者: 李亦冉  
北京小学广外分校

## 本章预览

- 故 事: 老爷爷家的藏酒
- 活 动:
  1. 酿酒过程引发的思考
  2. 揭开酶的“面纱”
  3. 保持不变的“加速者”
- 画 中 寻 酶: 酿酒中寻酶

## 故事 老爷爷家的藏酒

春日的阳光从树叶的空隙中照射下来，本来落在枝头叽叽喳喳的小鸟突然警觉地飞走了。原来是一群小朋友从远处走了过来，今天是诺城小学春游的日子，我们故事的主人公，小微和小梅也在其中，快看，他们来啦。

“小微，你等等我啊！”小梅一边喘着粗气，一边呼喊着她前方不远处的小微。

“快点啦，小梅，我们要在队伍的最前方，这样才能发现情况，报告给小诺博士呢。”小微得意地笑着，脸上由于急行军而略微发红。

这时，路旁有一位老爷爷招呼着小微和小梅，“两位小朋友，跑这么快干什么去啊？”小微快人快语地回答：“我们今天春游，我俩是排头兵！”

小梅则思考了一下说：“老爷爷好，我们春游要寻找酶，您知道酶是啥？”


老爷爷摇了摇头，说到：“霉啊？你们找那玩意干什么啊，你别说，我前几天吃剩下的馒头一直没扔，上面好像就有霉。来，进屋我给你们找一找。”老爷爷带着小微和小梅进了屋子，只见老爷爷的屋子里摆满了各种各



小微和小梅在春游途中偶遇一位热情的老爷爷，老爷爷热情地向他们打招呼。

样的酒，有玻璃瓶装的红酒，白酒，还有大瓦罐的藏酒。看来，老爷爷是一个酒的收藏家呢。

老爷爷去厨房翻了翻，端着一个盘子出来了，盘子上放着一个吃了几口的馒头。馒头上有一块块黑黑的东西，仔细一看，原来是长毛了。



小梅皱着眉说，“老爷爷，我们找的好像不是这个霉……小诺博士说酶对我们的生活有很大帮助，能够让生活更美好，这个霉我可没觉得有多美好。”

小微也觉得不对，不过小微和小梅也说不出他们要找的酶是什么东西。


“小微！小梅！你们去哪啦？”

这个时候，门外传来了小诺博士呼喊的声音。

“我们在屋里面！”小微和小梅将小诺博士叫进屋里来，将刚才“寻酶”的经历告诉了小诺博士。

小诺博士笑着说：“嗯，你们的判断非常对，馒头上的毛是一类被称为霉菌的微生物，不是我们今天要找的酶。可是，在老爷爷的屋子里，还真有一些由酶加工而来的东西呢。”

小微和小梅听了这话，赶紧环顾老爷爷的屋子，却依然没有发现酶的痕迹。于是，两人吵着要小诺博士揭开谜底。小诺博士指了指各种藏酒，“你们看，屋子里的这些酒，它们在酿造的过程中就有酶的参与，酶将粮食、葡萄中的糖等营养物质转化成了酒精。我们中国人酿酒的历史已经有两千多年了，酿酒用的酒曲，其有效成分就是酶。”





老爷爷家里藏有各种各样的酒，小诺博士正在为小微和小梅讲解酿酒过程中使用酶的作用。

看着小微有点期盼的眼神，小诺博士赶紧补了一句：“孩子们，酒精对于身体是有害的，尤其是对你们这些还在长身体的未成年人，所以不要尝试喝酒啊！”

中国古代已经开始使用酒曲酿酒，酒曲的有效成分就是酶。



## 活动1 酿酒过程引发的思考



### 知识卡片

你知道吗?小到肉眼看不见的细菌,大至体型巨大的蓝鲸与大象,每一个生命体都是一个复杂的“化工厂”,生命体每时每刻都在进行着众多的化学反应,而这些化学反应大部分是在酶的帮助下进行的,人体内已经发现研究的酶就已超过600种。酶是一种由活细胞产生的,能够极大加快化学反应速度的大分子,绝大多数是蛋白质,有人又称其为生物催化剂。下面就让我们通过情景短剧来了解酶的发现过程吧!

### 所需材料

4张情景卡片(见后文)

情景一

中国古代

情景三

19世纪末期德国

情景二

19世纪的法国

情景四

20世纪初





## 做一做



将学生分成5组，每组抽取一张情景卡片

组内同学阅读卡片，讨论、编演一个5分钟左右的短剧

分享：让学生将所有的情景连在一起讲述一个完整的故事

各组按顺序进行表演

小组讨论、排演，可设计、制作道具，可一人扮演多个角色，也可多人扮演同一个角色



## 写一写

请按照时间顺序总结酶的发现过程，并填写在下面的酶发现过程时间轴上。



议  
一  
议

1. 酶是不是微生物？它和微生物之间有什么关系呢？
2. 酶在参与生命活动、化学反应的过程中起着什么作用呢？自己发生变化了吗？



### 拓展活动

很多科学家在酶的研究中做出了卓著的贡献，其中有好几位科学家因此获得了诺贝尔奖。收集资料，把他们找出来完成下列表格，最后将他们及其成就按照时间顺序补充在你的酶历史时间轴里面吧。

序号	科学家姓名	获奖研究	获奖年份
1			
2			
3			
4			

## 情景卡片

### 场景一：中国古代

随着农业技术的进步，人们开始有剩余的食物。食物在容器中储存一段时间后产生了酒，人们总结并记录下来酒产生的过程：将剩余的食物存放在空的桑树洞里，时间久了，产生一种具有香味的液体，这就是酒。人们利用这种原理造酒，在造酒的过程中，还发现了酒曲可以用来治疗消化不良。

#### 建议角色分配：

酿酒的人，病人，发现可以用曲治疗消化不良的人，旁白。

## 情景卡片

### 场景二：19世纪的法国

佩恩和帕索兹发现了淀粉酶。他们从麦芽的提取物中得到一种物质，这种物质能使淀粉水解，生成糖。他们把这种物质称为淀粉酶。

#### 建议角色分配：

麦芽、提取物（淀粉酶）、淀粉、糖、佩恩或帕索兹（旁白）。

### 情景卡片

#### 场景三：19世纪末期 德国

巴克纳兄弟发现只要条件合适，发酵作用可以在不含细胞的酵母提取液中进行。他们用酵母菌的无细胞抽取液也能将糖发酵成酒精。

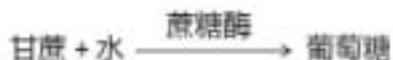
#### 建议角色分配

三个人围成细胞、酵母菌、糖、酒精、巴克纳（旁白）。

### 情景卡片

#### 场景四：20世纪初

亨利提出中间产物学说。他根据蔗糖酶催化蔗糖水解的实验结果，认为在底物转化成产物之前，必须首先与酶形成中间复合物，然后再转化为产物，并释放出游离的酶。



#### 建议角色分配

蔗糖酶、蔗糖、水、葡萄糖（蔗糖水解后的产物）、果糖（蔗糖水解后的产物）、亨利（旁白）。

## 活动2 揭开酶的“面纱”



### 知识卡片

神通广大的酶是什么呢？实际上大部分的酶是蛋白质，蛋白质遇到双缩脲试剂变成紫色，双缩脲是由氢氧化钠溶液和硫酸铜溶液按照比例组成的试剂，用于检测蛋白质。下面就让我们通过动手实验来验证一下吧！

蓝色的双缩脲试剂遇到无色的蛋白质溶液变成紫色。



### 所需材料

0.1g/mL的氢氧化钠溶液、0.01g/mL的硫酸铜溶液、鸡蛋、人的唾液、水、1个100mL的小烧杯、玻璃棒、滴瓶（带滴管），3支试管、标签纸。



## 做一做



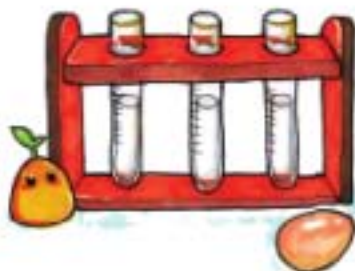
取1枚鸡蛋，打破蛋壳，用滴管取少量蛋清注入小烧杯中（不要蛋黄），加入30mL水，用玻璃棒搅拌均匀，配制成蛋清试液

取3支试管，依次编号为1、2、3，分别滴加蛋清试液2mL、唾液2mL、清水2mL

向3支试管中各滴加2~3滴0.01g/mL的硫酸铜溶液，振荡，观察并记录现象

向3支试管中各滴加2~3滴0.1g/mL的氢氧化钠溶液，振荡，观察并记录现象

分别向含有蛋清、唾液、清水的试管中滴加无色的氢氧化钠溶液和蓝色的硫酸铜溶液。





## 写一写

观察并记录实验现象。

序号	物质名称	反应前现象	氢氧化钠溶液 (滴)	硫酸铜溶液 (滴)	振荡后现象
1					
2					
3					

议

1.反应前后, 1、2、3号试管中分别发生了哪些变化?

一

2.反应结束后, 哪些试管内的现象相同,

议

这说明了什么?



## 拓展活动

大部分的酶是蛋白质, 你的生活中还有很多酶, 找几种物质, 验证一下它们是不是含有蛋白质。

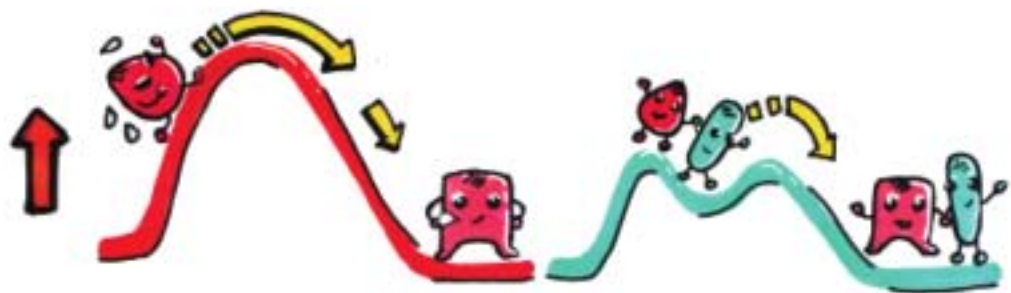


### 活动3 保持不变的“加速者”



#### 知识卡片

酶是具有生物催化功能的大分子，在酶的催化体系中，底物通过酶的催化转化为另一种分子，而酶作为催化剂，能够加快反应的进行，但是反应前后自身不发生变化。下面就让我们一起通过“孤岛逃生”的游戏来体验一下吧！



酶作为催化剂的作用示意图。



### 所需材料

印有“分子”、“活化分子”的卡片若干、印有“酶”的卡片1张



标有“分子”、“活化分子”、“酶”的卡片。

## 做一做



在场地内画出两个独立的大方框，作为两个孤岛，将学生平均分成两组，每组占据一个孤岛

学生依次随机抽取卡片，卡片代表角色

所有学生按组别在自己的孤岛上准备，教师宣布游戏开始后，学生在孤岛上随意走动，每走3步可以和碰到的任意一名学生进行一次石头剪刀布“对决”，每名学生每次只能与一名学生进行对决，活动中不能说话或提示对方

每名学生经对决后累计赢5次，计为积攒到了足够的能量，即可变成“活化分子”，可举手示意教师将手中的卡片换为“活化分子”卡片

在对决过程中，如果两名“活化分子”相遇对决，同时给出“石头”、“剪刀”或“布”中的一种，计为“有效碰撞”，则两人获胜，可以逃离孤岛

在对决过程中，当任何一名学生与抽到“酶”卡片的学生对决一次，只需累计赢4次即可成为“活化分子”；当与“酶”对决两次，只需累计赢3次即可成为“活化分子”；依次类推

5分钟后，结束游戏

重新分组，重复两次游戏



## 写一写

记录每组的3名同学积攒到足够的能量经过了几次对决？

分子类型	第一次		第二次		第三次	
	有“酶”组	无“酶”组	有“酶”组	无“酶”组	有“酶”组	无“酶”组
活化分子数(个)						
有效碰撞的分子数(个)						

## 议一议

1. 哪一组取得了最后的胜利？
2. 抽到“酶”卡片的学生在这个游戏中起到了什么作用？
3. 没有酶的那组是不是能量积累得很慢？




## 拓展活动

从上述活动中，已经知道，酶在化学反应中起到催化剂的作用。但是酶的浓度会不会影响反应的速率呢？

1. 按照上面的游戏规则，重新分组，在其中一组抽卡时加入一张“酶”卡片，另一组加入两张“酶”卡片，开始游戏。
2. 重新分组，在其中一组抽卡时加入一张“酶”卡片，另一组加入三张“酶”卡片，开始游戏。

制造啤酒是人类使用生物技术最古老的途径之一。大麦麦芽、其他淀粉类谷物和酵母是生产啤酒的主要原料，但加入酶可以加快制作进程而不破坏啤酒的质量。

红酒瓶上的软木塞经过含酶溶液的处理后，可以去除异味，使软木塞不会影响红酒的味道。

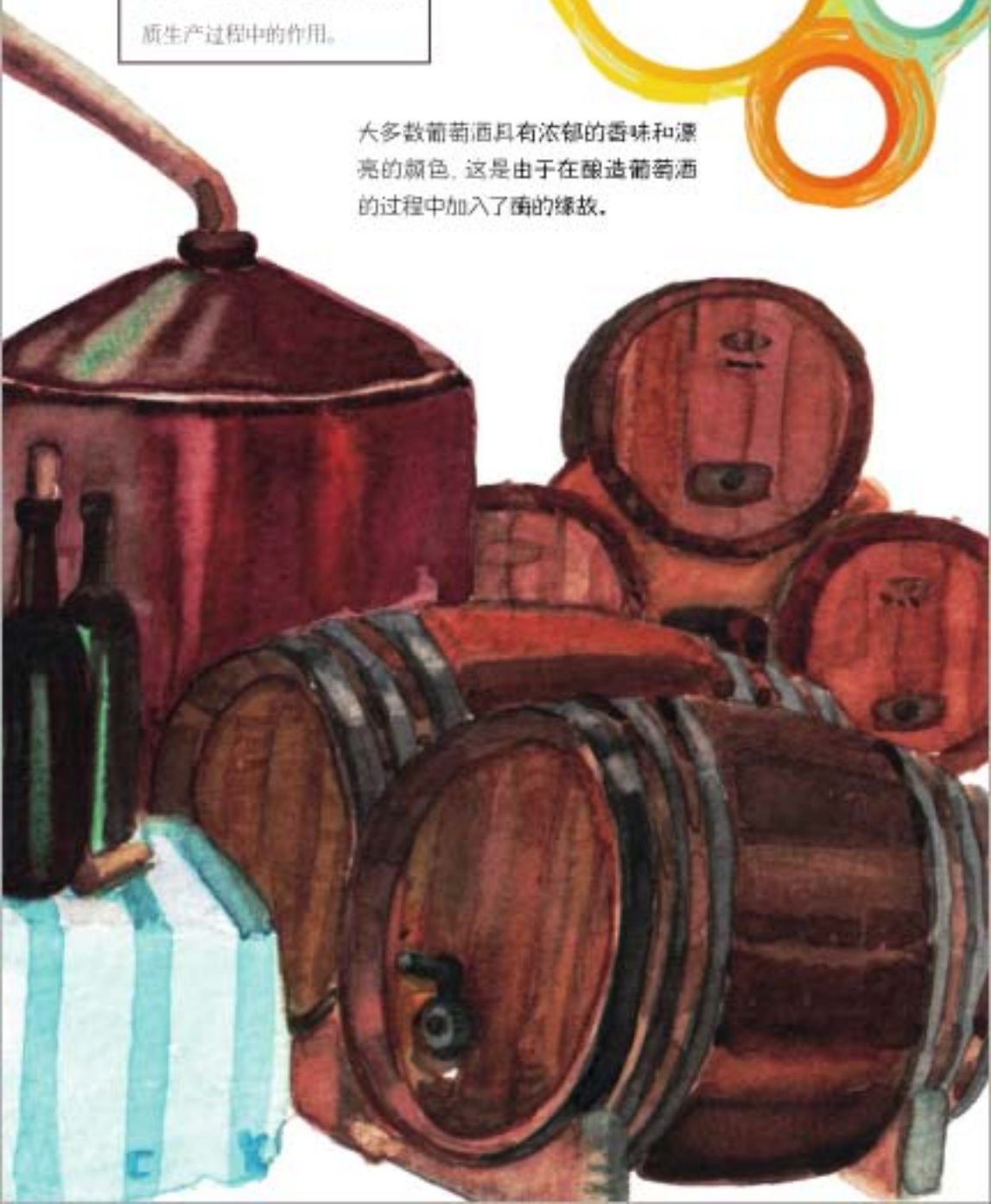


早在史前时代，微生物就已经被用于酿造。发酵和酒精生产过程，我们的祖先虽然不知道是微生物分泌出的各种酶在起作用，但一直在使用它们。

请大家寻找图画中含有酶或在生产过程中会用到酶的物质？并进一步分析酶在物质中或物质生产过程中的作用。

## 画中寻找 酿酒中寻酶

大多数葡萄酒具有浓郁的香味和漂亮的颜色，这是由于在酿造葡萄酒的过程中加入了酶的缘故。





图画作者: 王诗余  
北京小学三年级

## 第二章 野外聚餐的趣事



## 本章预览

- 故事：跟吃有关的“秘密”
  
- 活动：
  1. 越嚼越甜的馒头
  2. 淀粉分解的奥秘
  3. 快速发酵的面团
  4. 果汁中的魔术师
  5. 助消化的能手
  
- 画中寻找：餐桌上寻酶



## 故事 跟吃有关的“秘密”

在老爷爷家，同学们由于还没有正式到达目的地就找到了酶而兴奋不已。挥别老爷爷后，大家就继续赶路了，走着走着，队伍中突然发出了一种奇怪的声音。

“咕噜咕噜。”小微揉了揉自己的肚子。

“小微你说什么？刚才没听清楚。”小梅问道。

“哎呀，是我的肚子在提醒我该吃饭啦。”

小诺博士也发现大家都走不动了，于是宣布在前面的空地野餐。他还吩咐大家铺好桌布，不要把食物放到外面，因为那会引来其他小动物来分享食物。

大家按照小诺博士的指示，把带来的美食都扔到了桌布上，马上就铺满了整个桌布。

小梅津津有味地吃起了小馒头，还不忘递给小诺博士和小微。

“尝一尝我妈妈蒸的馒头，可甜啦。”

“是吗是吗，我尝尝。”早就饿了的小微不客气地接过馒头，两三口就吞了下去。小微有点疑惑地问：“小梅，你的馒头不甜啊，就是普通的馒头味道。”

小梅摇摇头，“不会的，我吃很甜的啊。”



小诺博士带着孩子们在草地上吃午餐，  
桌布上摆满了各种各样的食物。

小诺博士听到这里，赶紧放下了馒头，为大家解释起来。

“小微这样很快地把馒头吃下去，是尝不到甜味的。想要吃出甜味，就要像小梅一样，细嚼慢咽。这是因为在我们的唾液中，含有唾液淀粉酶。这种酶可以加快淀粉水解，让淀粉迅速变成有甜味的麦芽糖。”

“噢，我明白了，小梅吃馒头甜是因为细嚼慢咽，让唾液淀粉酶有时间将淀粉转化为麦芽糖，而我吃得太快了，所以淀粉还来不及转化，也就尝不到甜味了。”

小微很高兴，如果唾液就可以分解食物，那就不用刷牙啦，因为唾液能够帮助我们分解掉食物残渣，可是小诺博士却说小微想的不对。


看着小微困惑的眼神，小诺博士笑着说道：“小微啊，酶可不是万能的。恰恰相反，一种酶只有一种功用，就好像是一把钥匙只能开一把锁一样。唾液中的唾液淀粉酶只能帮助淀粉水解为麦芽糖，其他的食物残渣，例



“一把钥匙开一把锁”——酶的专一性示意图。



小微和小梅发现他们两个喝的果汁一个是澄清透明的，另一个非常浑浊。



如肉类中的蛋白质、蔬菜中的纤维素，饮料中的果糖等，唾液淀粉酶都是无能为力的，这就是酶特有的性质之一，专一性。”

“噢噢，原来是这样啊。”小微默默地记在心间。

有说有笑中，午餐已经接近尾声啦。小微拿出了一瓶果汁，给大家分享。

小微招呼大家：“大家都来尝尝，这是我妈妈自己做的果汁，鲜榨果汁哈。味道好，营养足，喝了你就忘不掉。”


小梅正好也在喝自己带的果汁，但跟小微的相比，小梅的果汁是澄清透明的，而小微的果汁则非常的浑浊。

“小梅，喝我的吧。你这个果汁这么澄清，都看不到果肉什么的，一定是用添加剂勾兑出来的。”小微好心地把果汁递给小梅。

“这个你可说错了，小梅喝的也是真正的果汁，只不过用酶处理过了。”小诺博士又发现酶啦。

“鲜榨果汁往往是浑浊、不透明的，这是因为在水果中含有一种叫做果胶的物质。果汁中的果胶不但不好看，而且影响口感，所以在工业生产中，我们会有果胶酶将果胶分解，这样处理过的果汁就是澄清的了。”

“沙沙沙……”原来是小梅在认真地进行记录，小梅本来以为这次出来也就能找到两三种酶，没想到吃一个午饭就找到了这么多种。



吃完饭后，小诺博士又给大家讲起了饭后发生在我们胃里的故事。

“大家吃完饭啦，但其实我们消化系统的工作才刚刚开始呢。我们吃的食物营养丰富，主食含有大量的淀粉，肉类和牛奶中含有蛋白质和脂肪，而这些营养都不能直接被肠胃吸收，要通过各种酶进行分解。一种酶只对应一种营养物质，例如淀粉酶、蛋白酶等，他们有一个统称，就是消化酶。”

小微拍了拍自己吃得圆滚滚的肚子，默默地说了一句“加油啊，消化酶们。”

馒头中的淀粉遇碘变蓝。



## 活动1

## 越嚼越甜的馒头



## 知识卡片

唾液淀粉酶是一种由动物唾液腺分泌的、能够将淀粉水解成麦芽糖的酶。在吃米饭或馒头时，久嚼不咽就会感觉有甜味，是因为馒头中的淀粉在口腔内被唾液淀粉酶水解成麦芽糖的缘故。淀粉具有独特的显色反应——遇碘变蓝。下面就让我们通过动手实验来验证一下吧！

## 所需材料

1个100 mL的小烧杯、2支试管、3支滴管、1%的淀粉溶液、1%的碘水溶液、温水（30~40℃）、棉签、标签纸、温度计、棉花



## 做一做



取2支棉签，依次编号为1、2，将1号棉签放入舌头的下方，将2号棉签放入温水中，待棉签完全浸湿后取出

向2支棉签上各滴加2~3滴1%的淀粉溶液，将棉签分别放于2支试管中，并用适量棉花将试管口封住

向试管中的2支棉签上各滴加1~2滴1%的碘水溶液，观察并记录现象

取1个100mL的小烧杯，装入约50mL的温水（用温度计测量温度为30~40℃），将2支试管同时放于温水中，静置5分钟



用棉签从舌头下方蘸取唾液。





## 写一写

观察并记录实验现象。

编号	棉签上的物质	1%的淀粉溶液(滴)	1%的碘水溶液(滴)	水温(℃)	实验现象
1					
2					

## 议一议

- 1.滴加碘水后,2支棉签上分别发生了哪些变化?
- 2.反应结束后,淀粉在唾液中发生了哪些变化?



## 拓展活动

生活中还有很多食物中都含有淀粉,找出一种常见的食物,参照上述实验过程设计实验,观察并记录实验现象,并将实验结论与同学们分享。

## 活动2 淀粉分解的奥秘



### 知识卡片

酶具有专一性，是指酶对底物及其催化反应具有严格的选择性。一种酶仅能选择作用于一种物质，促其进行特定的化学反应，产生对应的产物。在人体的消化系统中，常见的酶有唾液淀粉酶、胃蛋白酶等。猜想一下，如果直接将馒头吞入胃里，馒头中的淀粉会被胃里面的胃蛋白酶分解吗？下面就让我们通过动手实验来探索一下吧！

### 所需材料

1个100mL的小烧杯、2支试管、3支滴管、胃蛋白酶片、人的唾液、1%的淀粉溶液、1%的碘水溶液、温水(30~40℃)、标签纸、棉花、温度计、研钵(带杵)、药匙、玻璃棒



## 做一做



取1片胃蛋白酶片，放于研钵中研磨成粉末，取少量胃蛋白酶粉末放入烧杯中，加入20mL水，用玻璃棒搅拌溶解



取2支试管，依次编号为1、2，分别滴加胃蛋白酶溶液2mL，唾液2mL



将2支试管同时放于温水中，静置5分钟后向2支试管中各滴加1~2滴碘水溶液，观察并记录现象

取1个100mL的小烧杯，装入约50mL的温水（用温度计测量温度为30~40℃）

向2支试管中各滴加2~3滴1%的淀粉溶液，振荡，并用适量棉花将试管口封住



将胃蛋白酶片研磨成粉。



### 写一写

观察并记录实验现象。

编号	棉签上的物质	1%的淀粉溶液(滴)	1%的碘水溶液(滴)	水温(℃)	实验现象
1					
2					

### 议一议

1. 滴加碘水后, 2支试管中分别发生了哪些变化?
2. 唾液淀粉酶、胃蛋白酶对淀粉是否都有作用? 它们是如何作用的?



### 拓展活动

你知道胃蛋白酶可以分解哪些食物吗? 请通过网络搜索或查阅图书, 寻找可以被胃蛋白酶分解的食物吧!

## 活动③ 快速发酵的面团



### 知识卡片

一般化学反应需要高温、高压、耗水，反应条件的苛刻导致需要大量资金投入，而可以通过酶进行催化的反应则没有此类缺点，而且酶本身不被消耗，因而用酶催化反应取代物理与化学催化反应已经成为一种潮流。酶作为生物催化剂，除了专一性强的特点外，其催化效率也很高，即具有高效性的特点。下面就让我们通过面团发酵来体验一下酶的高效性吧！

### 所需材料

1个100 mL的小烧杯、2个塑料碗、酵母粉、面粉、温水（30~40℃）、筷子、电子天平、温度计、2块纱布、标签



## 做一做



取2个塑料碗，依次编号为1、2，分别放入100g面粉

用电子天平称取1g酵母粉放入小烧杯中，加入10mL、30~40℃的温水，用筷子搅拌均匀

将2个塑料碗中的面团分别用手反复揉搓成面团后，用湿纱布盖住，防止表面风干，放在温暖处静置约50分钟后，观察并记录面团的发酵情况

向编号为1的塑料碗中加入酵母粉水10mL，向编号为2的塑料碗中加入温水10mL，分别用筷子搅拌成块，搅拌期间可继续加入一定量的温水

利用发酵粉和面，边搅拌边加水。





### 写一写

观察并记录实验现象。

编号	面粉 (g)	酵母粉 (g)	水 (mL)	实验现象
1				
2				

### 议一议

1. 经过静置后, 两块面团发生了哪些变化呢?
2. 温水浸泡过的酵母粉是如何影响面团发酵的呢?



### 拓展活动

当酵母粉走进我们的生活之前, 人们是利用什么来使面团发酵的呢? 比一比, 看谁的发酵时间更短、效果更好呢?



## 活动4 果汁中的魔术师



### 知识卡片

刚压榨出来的果汁往往黏度大，常会出现分层和浑浊的现象。造成果汁浑浊的主要原因是其中的果胶成分。果胶广泛存在于植物的果实、根、茎、叶中，是细胞壁的一种组成成分，它们伴随纤维素而存在，构成相邻细胞中间层黏结物，使植物组织细胞紧紧黏结在一起。而市售的果汁却是澄清的，那果汁厂是利用什么来使含有果胶的果汁变澄清呢？下面就让我们通过动手实验来探究一下吧！

### 所需材料

榨汁机、3个100mL的小烧杯、1个10mL的量筒、1个滴管、玻璃棒、温度计、2支试管、热水、蒸馏水、苹果、塑料水果刀、果胶酶、试管架、2个漏斗、滤纸、电子天平





## 做一做



用电子天平称取2g果胶酶，加入98毫升蒸馏水，配制成2%的果胶酶溶液，待用

将苹果洗净，去柄，并切成小块，放入榨汁机中2分钟后，倒出果浆，待用

取2支试管，依次编号为1、2，将2个小烧杯中的混合液对应转移到2支试管中

取2个100mL的小烧杯，依次编号为1、2，在编号为1的小烧杯中加入果浆5mL和果胶酶溶液10mL，在编号为2的小烧杯中加入果浆5mL和蒸馏水10mL，用玻璃棒分别搅拌20~30分钟

取1个100mL的小烧杯，装入约50mL的温水（用温度计测量温度为45℃）

将2支试管同时放于45℃的温水中，静置5~10分钟后将混合液过滤，观察并记录实验现象



过滤加入和不加果胶酶的果汁。



## 写一写

观察并记录实验现象。

编号	果浆 (mL)	果胶酶溶液 (mL)	水的温度 (°C)	处理方法	实验现象
1					
2					

- 议一议**
1. 经过静置、过滤后，2支试管中发生了哪些变化呢？
  2. 果胶酶是如何使果汁变澄清的呢？



## 拓展活动

果胶酶的浓度不同是否会影响到果浆的澄清效果呢？请设计实验来验证你的想法。

探究提示：1. 制取苹果汁时，可将苹果切成小块放入榨汁机中，加入适量的水后再进行搅拌；如果用橙子做实验，不必去掉橙皮。2. 在用果胶酶处理果汁时，为了使果胶酶能够充分地催化反应，应用玻璃棒不时地搅拌使其充分混匀。

## 活动5 助消化的能手



### 知识卡片

消化酶是人体消化器官分泌的消化液中所含的物质。消化酶有很多种,例如唾液淀粉酶、蛋白酶、胃脂酶、核酸酶等每一种消化酶对应分解一种营养物质。当食物入口后,唾液中的淀粉酶开始分解淀粉。同时,食物的咀嚼刺激胃中消化酶的生成。淀粉酶水解淀粉和糖原是从口腔开始而在小肠内完成和结束的;蛋白酶水解从胃部开始,脂肪被胃脂酶和小肠酶水解;核酸在小肠被核酸酶水解。下面就让我们通过动手实验来验证一下胃蛋白酶和木瓜蛋白酶等消化酶对蛋白质的分解作用吧!

### 所需材料

1个100mL的小烧杯、2支试管、3支滴管、胃蛋白酶片、人的唾液、1%的淀粉溶液、1%的碘水溶液、温水(30~40℃)、标签纸、棉花、温度计、研钵(带杵)、药匙、玻璃棒



## 做一做



取1枚鸡蛋，打破蛋壳，取少量蛋清注入小烧杯中（不要蛋黄），加入30mL水，用玻璃棒搅拌均匀

取3支试管，依次编号为1、2、3，分别滴加蛋清试液2mL

取等量的嫩肉粉放入小烧杯中，加入20mL水，用玻璃棒搅拌溶解

取1片胃蛋白酶片，放于研钵中研磨成粉末，用电子天平称取1g胃蛋白酶粉末放入小烧杯中，加入20mL水，用玻璃棒搅拌溶解

向3支试管中分别滴加胃蛋白酶溶液2mL、嫩肉粉溶液2mL、清水2mL，振荡

取1个100mL的小烧杯，装入约50mL的温水（用温度计测量温度为30~40℃），将3支试管同时放于温水中，静置5分钟

继续向3支试管中各滴加2~3滴0.01g/mL的硫酸铜溶液，振荡，观察并记录现象

向3支试管中各滴加2~3滴0.1g/mL的氢氧化钠溶液，振荡，观察并记录现象



用滴管吸取蛋清。



## 写一写

观察并记录实验现象。

编号	底物名称	酶的名称	反应前现象	氢氧化钠溶液(滴)	硫酸铜溶液(滴)	振荡后现象
1						
2						
3						

- 议一议**
1. 反应前后, 1、2、3号试管中分别发生了哪些变化?
  2. 胃蛋白酶和木瓜蛋白酶是如何使蛋清中的蛋白质发生变化的?




## 拓展活动

请通过查阅资料, 了解生活中还有哪些酶属于消化酶? 试着找出一种新的消化酶, 并设计实验验证该消化酶的催化功能。



## 画中寻酶 餐桌上寻酶

请大家寻找图画中含有酶或在生产过程中会用到的物质？并进一步分析酶在物质中或物质生产过程中的作用。



面包：在烘烤面包时加入酶可使面团更容易发酵，粘度更小，更容易处理，缩短了面包的制作时间；另外，加入酶还可使面包变得更蓬松，更柔软，并能减慢面包变硬的速度。



馒头: 在蒸馒头过程中加入酶, 能使馒头发酵得更好, 变得更白, 更劲道。

果汁: 在果汁生产的过程中加入酶, 可使果汁变得更澄清, 更香甜, 更营养。

甜食或可乐: 酶可将玉米、小麦、木薯、马铃薯中的淀粉转化为糖浆, 用于降低甜食或可乐的生产成本。

橘子: 近年来, 还发现了一系列的酶被用于柑橘类水果和桃、杏等水果的去皮过程中。

图画作者：宋佳妮  
通州官园小学六年级







第三章  
参观农场的遭遇

## 本章预览

- 故 事：小蜜蜂事件
- 活 动：隐藏在生活中的酶
- 画 中 寻 酶：农场中寻酶

## 故事 小蜜蜂事件

结束了午餐，大家下午要去参观农场，因为据说在农业生产中也有很多酶的身影。午后是太阳光最强烈的时候，爱美的小梅赶紧用手挡住太阳光，生怕自己被晒黑了。小诺博士看到了，又开始给大家介绍酶与皮肤变黑的关系。

“健康人体皮肤颜色的深浅取决于黑色素的含量，而黑色素由皮肤表皮的黑素细胞合成，黑素细胞中含有一种酶叫酪氨酸酶，这种酶能催化产生黑色素。太阳光中的紫外线能刺激这种酶工作，所以阳光晒得多，皮肤也就变黑了。”

小梅听得最入神，赶紧问小诺博士。“小诺博士，那我可不可以减少酪氨酸酶啊，我可不想变黑了。”

小诺博士摇了摇头，继续解释道：“那可不行，我们体内的酶都是帮助身体健康运行的，不能随意减少，但是确实有一种酶可以美白皮肤，就是木瓜蛋白酶，是从番木瓜浆中提取制成的天然酶制剂。木瓜蛋白酶容易与铜离子结合，可以抢夺酪氨酸酶催化必需的铜离子，使得酪氨酸酶失去催化活性，减少黑色素的形成。”

一路听着小诺博士的讲解，路上的时间好像很短，一眨眼的工夫就到达了农场。农场的主人李林早就在门口等着孩子们了。



在参观农场的过程中,小梅和小微  
发现蜜蜂在枣花中采蜜。

李林一边摸着小微的头，一边乐呵呵地向大家说：“欢迎小诺博士与孩子们！我对于酶不太了解，你们想看什么我带你们去就好了。”

看什么好呢？小诺博士突然在果树上发现了什么，于是对大家说：“李先生、孩子们，我们就先去看一看那边的果树吧，那里有一些用酶的高手呢。”

正当大家疑惑果树旁边没有人的时候，突然听到了“嗡嗡嗡”的声音，原来农场里很多果树已经开花了，蜜蜂们在花朵中间忙碌着，用它们的口器吮吸着花蕊中的花蜜。小诺博士说的用酶高手就是蜜蜂们啊！

“最开始的花蜜并不是那么香甜的，当蜜蜂回到蜂箱中，他们会将花蜜储藏在蜂箱中六角形蜂巢里，在那里，酶就要开始工作啦，花蜜将被酿成蜂蜜。”

“蜂蜜中含有淀粉酶、蔗糖转化酶、葡萄糖氧化酶、过氧化氢酶、溶菌酶、磷酸酶、脂肪酶等多种酶，主要来源于蜜蜂的唾液，属于动物来源型酶。

蜂蜜中的淀粉酶在蜂蜜酿制过程中，可使花蜜中的淀粉水解成葡萄糖、麦芽糖和糊精，食入后有助于人体消化吸收。淀粉酶对热敏感，容易失活，所以淀粉酶活性是蜂蜜的重要质量指标，可衡量蜂蜜的成熟度、新鲜程度、掺假程度及加工贮存条件优劣。

蜂蜜中的蔗糖转化酶在蜂蜜成熟过程中起着重要的作用，它可以把花蜜中的蔗糖转化为葡萄糖和果糖，并在贮藏过程中继续作用，使蔗糖含量持续下降，还原糖的含量相应升高，食入后可提高人体对糖类物质的消化

吸收能力。蔗糖转化酶对热敏感，容易变性失活，其热稳定性低于淀粉酶。所以，蔗糖转化酶活性也可以衡量蜂蜜的成熟度、新鲜程度、掺假程度及加工贮存条件优劣。但各国至今还未将其作为衡量蜂蜜质量的指标。

蜂蜜中的葡萄糖氧化酶可将蜂蜜中的葡萄糖氧化为葡萄糖酸和过氧化氢，过氧化氢具有抗菌作用，可延长原蜜的保存期。

蜂蜜中的过氧化氢酶可将过氧化氢分解成水和氧气。

所以，蜂蜜中葡萄糖含量越高、葡萄糖氧化酶含量或活性越高、过氧化氢酶含量或活性越低，蜂蜜的抗菌作用越强。”

正当大家凑在蜂箱旁边观察蜜蜂们忙碌的身影的时候，一种更大更低沉的嗡嗡声靠近了，蜜蜂们听到这嗡嗡声，明显躁动起来了。

“这是胡蜂！他们会猎杀蜜蜂，体型较小的蜜蜂根本不是对手。”

“小诺博士怎么办？”小微着急了，赶紧问小诺博士。

“养蜂人知道怎么办，他就在路尽头的小屋里，我们快去通知他！”李林的话音刚落，小微等几个小朋友就直奔养蜂人小屋跑去。小微在班级里是短跑健将，一下子就冲到了最前面。

“哇塞，小微好快啊，小微加油！”小梅跑得慢，但也为大家加油。说时迟那时快，小微一转眼就到了小屋门口，可是因为太着急，被门槛绊倒了。

“养蜂人……哎哟！”小微趴在地上，非常痛苦，膝盖传来了一股剧痛。

后面的小朋友已经赶了上来，向养蜂人说明了情况后，纷纷围到了小微的身边，扶他坐了起来。只见小微的膝盖磕破了，血渐渐地渗了出来。这时，

小诺博士也赶到了，赶紧拿出了一瓶药剂，为小微上药。上药的过程很痛苦，小微虽然嘴上没有喊疼，但额头上已经冒出了很多汗珠。小诺博士看着小微痛苦的样子，想讲些什么来转移他的注意力。看着手中的药剂，他突然有了灵感，说到：“小微，你看，其实止血的时候也要用到酶呢。伤口的修补需要有纤维蛋白这种丝一样的物质参与，而凝血酶就可以促使我们的身体快速产生纤维蛋白，我们今天用的药里就加入了凝血酶。”

伤口处理好了，但小微的眼眶里还有一些泪水在打转。

小梅看到了，忙说：“小微，没事啦，你看，伤口已经在凝血酶的作用下



小诺博士在为受伤的小微涂抹止血药膏，并给小微讲解药膏中凝血酶的作用。

止血了，不会有什么大问题的。”

小微低下头，很不好意思地说道：“我真不是男子汉，摔破一点就哭鼻子。”

小诺博士说：“小微，你不要不好意思，其实流眼泪是一种保护自己的手段。在我们的眼球中，含有能杀菌的溶菌酶。很多致病菌的外壳都有一层细胞壁，这层细胞壁能够保护致病菌自身不受外界的攻击。而溶菌酶则可以溶解这层细胞壁，致病菌没有了细胞壁就好像没有了鸡蛋壳的生鸡蛋，变得非常脆弱，很容易被消灭。”

小诺博士刚讲完，李林和养蜂人就都回来了，经过一番战斗，胡蜂已经被赶跑了，蜜蜂们并没有遭受多大的损失。

结束了这场有惊无险的风波，小诺博士把大家叫到一起，对今天所见到的酶进行了总结，并且为大家系统介绍酶的种类与形态。

一天的春游就这么结束了，小诺博士给大家留了作业，去寻找家中的酶，如果完成得好，就有机会去参观酶的制造工厂。



## 活动 隐藏在生活中的酶



### 知识卡片

酶的种类繁多，命名方法也各有不同，其中有根据作用底物命名的，如淀粉酶、脂肪酶、蛋白酶等；有根据酶的来源命名的，如胃蛋白酶、木瓜蛋白酶、胰蛋白酶等。1961年，国际酶学委员会规定了酶的系统命名法和编号，还根据酶所催化反应的反应性质将酶分为6大类：氧化还原酶、转移酶、水解酶、裂合酶、异构酶和连接酶。下面就让我们通过玩游戏来了解隐藏在生活中的酶吧！

### 所需材料

24张酶卡片（蛋白酶、胃蛋白酶、木瓜蛋白酶、胰蛋白酶、淀粉酶、唾液淀粉酶、纤维素酶、蛋白纤维酶、果胶酶、脂肪酶、溶菌酶、葡萄糖氧化酶、胃脂酶、小肠酶、凝血酶、消化酶、蔗糖酶、蔗糖转化酶、过氧化氢酶、磷酸酶、核酸酶、酪氨酸酶、乙醇脱氢酶、乙醛脱氢酶）、双面胶





氧化还原酶示意图



水解酶示意图



裂合酶示意图



转移酶示意图



异构酶示意图



连接酶示意图

## 做一做



教师介绍酶的命名方法，并举例说明

将学生平均分成4个小组，每个小组领取6张酶卡片和1卷双面胶

教师将黑板分成三个区域，分别写上按照底物命名，按照来源命名，按照功能命名

各组同学讨论黑板上关于酶命名的分类是否正确，并派代表发言，教师点评并指导学生完成正确的命名分类

各小组同学讨论本组酶卡片上酶的命名方法和功能，依次将酶卡片贴到黑板相应的位置并介绍其功能



## 写一写

观察并记录实验现象。

按照底物命名	按照来源命名	按照功能命名

**议一议** 酶有很多种分类方法,各小组讨论以上酶能如何进行分类?如此分类的依据是什么?请讨论后完成下表。



酶的分类依据	结果




## 拓展活动

系统命名法将酶分为氧化还原酶、转移酶、水解酶、裂合酶、异构酶和连接酶六大类,请查阅资料、分组讨论将学到的酶按照系统命名法进行分类。



## 画中寻酶 农场中寻酶



动物饲料：在动物饲料中加入酶不但能分解利用饲料中植酸含有的磷，提高营养，而且可减少动物粪便中磷的排放，保护环境。

请大家寻找图画中含有酶或在生产过程中会用到酶的物质？并进一步分析酶在物质中或物质生产过程中的作用。



宠物食品：在宠物食品中添加酶可使宠物食品更容易被消化，还可增加宠物食品的风味种类，如肉类风味等。



图画作者 李亦冉  
北京小学广外分校三年级



#### 第四章

#### 春游归来的思考

## 本章预览

- 故 事：生活中的大学问
  
- 活 动：
  1. 洗衣服的水温
  2. 酸碱度的影响
  3. 酶加工制品的Bingo游戏
  
- 画 中 寻 酶：家庭中寻酶



## 故事 生活中的大学问

结束了春游的小薇被妈妈接回了家。一路上，小薇都开心地给妈妈讲着今天的经历与学习到的知识。

“小薇啊，今天你的表现非常好，虽然摔了一跤，但是关键时刻很勇敢。”妈妈回到家后，夸奖小薇，小薇开心地笑了。

“但是。”妈妈顿了顿，一般来说，只要妈妈一说但是，就是要批评小薇了，小薇赶紧收起了笑容。

“但是因为摔了一跤，妈妈给你买的新衣服弄得很脏，所以今天的脏衣服要自己洗，可以用洗衣机，不过要仔细阅读洗衣粉的使用方法。”妈妈布置完任务，神秘地笑了笑。

小薇心想，洗衣服并不难嘛，不过说让我阅读洗衣粉的使用方法，不知道是什么意思。小薇一边这么想着，一边拿起洗衣粉阅读起来。

没什么特别的，就是告诉你多少衣服加多少洗衣粉，突然，一行字引起了小薇的注意。

**“温水洗涤有助于酶的去污”**

洗衣粉里也有酶，而且特别注明了是温水洗涤可以帮助酶去污，这是怎么回事呢？小微决定自己上网寻找答案，在网上，他看到了一个实验，决定亲自尝试一下。

原来，温度和pH值会对酶的活性有很大的影响，小微暗自记下，决定明天告诉小诺博士。

小微操作洗衣机到温水洗涤的选项，并且将衣服、水和洗衣粉依次加入洗衣机中，不一会，衣服就洗干净了。小微刚洗完衣服，爸爸就回家了，正好妈妈也做好了香喷喷的饭菜，三个人其乐融融地开始了晚饭。饭桌上，小微又跟爸爸说起了今天春游的经历。

小微回到家中准备洗衣服，正在阅读洗衣粉的洗涤要求。



小微的爸爸听后很高兴，说：“我的儿子长大了，真是勇敢啊！哈哈哈哈哈。老婆，把我珍藏的老酒拿出来，今天这么高兴，我要喝两杯。”

“你可少喝一点啊老爸，老师告诉我们喝酒对身体不好的。”小微关切地说道。

“没事没事，你老爸一喝酒就脸红，这说明酒精都从皮肤蒸发出去了，喝不醉的。”小微的爸爸边说边将酒杯中的酒一饮而尽，只过了片刻，脸就变得通红了。

饭桌上小微的爸爸因饮酒而脸色通红，



哎，真拿老爸没办法，小微心里想，吃完饭我还是去写作业吧。

“铃铃铃……”家里的电话响了，小微连忙去接，原来是小诺博士来关心一下小微的伤。

“小诺博士，我的腿已经没什么问题了，现在走路也好着呢。”

“噢，爸爸妈妈没有说你吧？”

“没有没有，老妈让我直接把衣服洗了，我在洗衣粉中也发现了酶呢。老爸还挺高兴，说要喝酒庆祝一下，结果喝成了一个大红脸。”

“啊？那你可别让他喝了，喝酒脸红的人是因为身体中缺少一种分解酒精的酶。无论是白酒、啤酒还是红酒，主要成分都是乙醇，也就是我们俗称的酒精。乙醇从口腔进入食道再进入胃部，在胃部由胃黏膜扩散，进入血液循环，就像水一样被分配到身体的各个组织和器官。乙醇在人体内代谢主要依靠乙醇脱氢酶和乙醛脱氢酶两种酶。乙醇脱氢酶可以将乙醇转化成乙醛，而乙醛脱氢酶再把乙醛转化成乙酸，最终分解成二氧化碳和水，它们对



乙醇在人体内通过乙醇脱氢酶和乙醛脱氢酶的作用转化成乙醛和乙酸的过程示意图

身体是无害的。”

“人体中，一般都有乙醇脱氢酶，主要分布在肝，但大部分人体内缺少有活性的乙醛脱氢酶，乙醛脱氢酶活性太低，进入人体中的乙醇就不能被完全分解为水和二氧化碳，而是以乙醛的形式存在，乙醛有毒，积聚将刺激细胞释放血管活性物质，引起血管舒张而导致出汗，发音困难，恶心和心动过速等，毛细血管末梢扩张，人开始有脸红的现象。所以当一个人喝酒脸红，说明他的体内缺少乙醛脱氢酶活性，并且已经开始出现了乙醛中毒的症状了。这样长期饮酒，可能引起风湿性关节炎、心脏病，阿尔兹海默氏病和癌症！”

小微听了小诺博士的讲解，赶紧挂了电话，跟爸爸说他所学到的知识。爸爸很惊异地说：“儿子可以啊，喝酒脸红这个事情爸爸一直不知道是怎么回事，我还以为这是能喝的表现呢。听你这么一说，我就明白了。你放心，一会儿老爸就写个保证书，保证从今天开始戒酒了！”

小微开心地笑了，心想：嘿嘿，老师总是说知识就是力量，看来还真没错，平时都是老爸教育我，今天我也当了一次他的老师，我还是赶紧巩固一下今天学习到的知识吧。

小微拿出一张纸，将今天春游中见到的酶和他们所对应的酶加工制品一一写出来。这么一看还真不少啊！有一些酶是在我们的体内帮助消化营养

的，例如唾液中的淀粉酶；有一些则帮助我们在生产制造中去除产品中的某些物质，例如果胶酶可以让果汁澄清好喝。可是，这些用于生产制造过程中的酶是如何生产的呢？听小诺博士说，这次的作业完成优秀的同学，就可以去参观制造酶的工厂，想到这里，小微更加认真地写起作业来。



## 活动1 洗衣服的水温



### 知识卡片

我们在前面学习过，酶的催化作用是非常高效的，但高效是需要有一些限定条件的，例如温度对酶的活性影响就比较大：高温时酶的结构会被破坏，从而失去活性；低温时酶的活性被抑制，当恢复到适当温度后，酶的活性也可恢复。下面就让我们动手通过实验来验证一下吧！

### 所需材料

5个100mL小烧杯、1支滴管、加酶洗衣粉、温度计、自来水、冰块、热水、深色棉布、剪刀、牛奶、药匙、玻璃棒、镊子、电子天平



## 做一做



取5块 $3 \times 3$ cm的深色棉布，分别滴3~5滴牛奶，晾干后，待用

取5个小烧杯，分别标号1、2、3、4、5

在1号小烧杯中加入30mL冰水混合物，使温度约为 $0^{\circ}\text{C}$ ；在2号小烧杯中加入30mL温度为 $30\sim 40^{\circ}\text{C}$ 的温水；在3号小烧杯中加入30mL温度为 $80\sim 90^{\circ}\text{C}$ 的热水

分别向1、2、3号小烧杯中加入0.3g加酶洗衣粉，搅拌溶解后静置5分钟

将准备好的3块带有奶渍的深色棉布分别放入1、2、3号小烧杯中，用玻璃棒不断搅拌3~10分钟，观察并记录奶渍的去除效果

取4、5号小烧杯分别加入20mL的冰水和20mL的热水

分别向4、5号小烧杯中加入0.3g加酶洗衣粉，搅拌溶解后静置5分钟，再加水将温度调节到 $30\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，保温静置10分钟

将准备好的另外2块带有奶渍的深色棉布分别放入4、5号小烧杯中，用玻璃棒不断搅拌3~10分钟，观察并记录奶渍的去除效果





### 写一写

观察并记录实验现象。

编号	水 (mL)	洗衣粉 (g)	棉布 (平方厘米)	牛奶 (滴)	水的温度 (°C)	实验现象
1						
2						
3						
4						
5						

**议  
一  
议** 利用加酶洗衣粉洗涤衣物过程中, 水温对洗衣粉中表面活性剂的活性影响较小, 但对酶的活性影响较大, 那么, 水温是如何影响酶活性的呢? 请写出结论。



温 度 (°C)	结 论

### 拓展活动

随着温度的升高, 酶的活性是如何变化的? 请通过设计温度在0-100°C范围内变化时酶的活性随温度的变化实验, 绘制出酶的活性随温度的变化曲线, 并给出使用加酶洗衣粉洗衣服时的最佳水温。

## 活动2 酸碱度的影响



### 知识卡片

酶的活性受很多因素的影响，除了温度外，影响酶活性的因素还有环境的酸碱度（pH）。酶的活性受环境pH的影响极为显著，通常只在一定的pH范围内，酶才表现出活性，当酶的活性达到最高时的pH值称为该酶的最适pH，不同酶的最适pH不同。下面就让我们通过动手实验来探究一下吧！

### 所需材料

人的唾液、1%的淀粉溶液、1%的碘水、3支试管、3支滴管、1瓶白醋、1%的苏打粉溶液、40℃的温水、pH试纸、标签纸、温度计



## 做一做

取3支试管，分别标号为1、2、3，并分别加入1mL的唾液

用pH试纸测得3号试管中唾液的pH约为7

向3支试管中分别滴加1mL 1%的淀粉溶液，振荡5分钟

向3支试管中各滴加1滴碘水溶液，振荡

向1号试管的唾液  
中滴加白醋，边滴  
边振荡，调节pH  
约为5

向2号试管的唾液  
中滴加1%的苏打  
粉溶液，边滴边  
振荡，调节pH约  
为9

观察并记录3支  
试管中颜色的变  
化

探究pH值对唾液淀粉酶活性的影响  
实验。





### 写一写

观察并记录实验现象。

编号	唾液 (mL)	1%的淀粉溶液 (mL)	1%的碘水 (滴)	白醋 (滴)	1%的苏打粉溶液 (滴)	pH	实验现象
1							
2							
3							

**议一议** 经过不同pH的温水浸泡过的唾液淀粉酶是如何影响淀粉溶液的呢？请写出结论。



pH	结论



### 拓展活动

不同酶的最适pH是不同的，请设计实验确定胃蛋白酶的最适pH范围。

### 活动3 酶加工制品的Bingo游戏



#### 知识卡片

早在5000多年前，人类就掌握了利用微生物进行焙烤和酿制的方法，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（主要用于工业、农业、医学等方面），无论从商业还是从环保的角度来看，酶对提高人类的生活质量都发挥着举足轻重的作用。



#### 所需材料

白紙、笔



## 做一做



学生在白纸上画一个 $5 \times 5$ 的表格

教师读出不同酶加工制品的名称，如：果汁、馒头、啤酒、宠物食品、洗衣粉、牙膏、面条、牛仔裤、生物燃料、报纸、绿色肥料、软木塞、纺织品、橄榄油、皮革、洗洁精、动物饲料、酱油、青霉素、葡萄酒、果粒橙、鸡精、葡萄糖口服液

教师打乱顺序重新读出酶加工制品的名称，学生在教师读出的名称上画圈

学生在表格中填入酶加工制品的名称，不需要依次填写，可以随意填写在任意的格子中

当画的圈中有5个圈在横行、竖行或对角线上连成一条直线时，学生可边喊“Bingo”边举起纸片让教师检查

教师可以选出前5-10名喊出“Bingo”的学生继续参与下面的游戏

学生依次进行猜测，学生可以通过提问方式了解相关信息，如：“它是一种食品吗？”“它是由三个字组成的吗？”“它是液体的吗？”等等，每人有5次提问机会，下面同学只能回答“是”或“不是”

选出的前5-10名的学生背对着黑板，教师在黑板上写出生活中酶加工制品的名称

选出提问最少就能猜出酶加工制品的3-5名同学给予奖励

通过猜词游戏了解生活中的酶加工制品。



### 写一写

请将你听到的酶加工制品随机填入以下方格中，并按照以上活动要求完成游戏。





议 以上不同物品中或不同物品加工过程中  
一 加入酶的作用分别是什么?  
议



### 拓展活动

不同酶的最适pH是不同的,请设计实验确定胃蛋白酶的最适pH范围。

生产过程用到酶的物品	掺杂酶制剂的物品



## 画中寻酶 家庭中寻酶

请大家寻找图画中含有酶或在生产过程中会用到酶的物质？并进一步分析酶在物质中或物质生产过程中的作用。

**洗衣粉：**洗衣粉中添加各种酶，不但能在温和的条件下去除血渍、奶渍、油渍、草汁等各种污渍，而且能使衣物颜色鲜亮，焕然一新。

**皮沙发：**在处理皮革的过程中使用酶，能使皮革变得更柔软更有光泽。

**地毯：**在清洗地毯过程中，使用酶可以帮助去除污渍从而营造不利于病菌生长的环境，达到有效抑菌的作用，还可使地毯焕然一新。

**棉质内衣：**在处理棉花纤维的过程中加入酶，能使棉花纤维变得更柔软。





橄榄油：在橄榄油生产过程中使用酶，可以使其变得更健康更美味。

牙膏：牙膏中的酶可以有效去除口腔中的食物残渣，并可抑制细菌滋生。

洗涤剂：洗涤剂中的酶可有效去除餐具上的淀粉和蛋白质污渍。



## 第五章

### 参观工厂的感受



图画作者：宋佳妮  
通州官园小学六年级

## 本章预览

- 故事：“不可接触”的环境卫士
- 活动：
  1. 神奇的发酵罐
  2. 零污染的绿色工艺
- 画中寻酶：工厂中寻酶

## 故事 “不可接触”的环境卫士

一周后，小微与小梅因为作业完成得特别优秀而得到了去酶工厂参观的奖励。

小诺博士带着小微与小梅开车跑了好长一段路才来到了酶工厂。酶工厂的工程师迎接了他们，小诺博士和工程师寒暄的时候，小微和小梅已经开始观察这个比学校大十几倍的工厂了，只见几栋高大的厂房之间由无数的管道相互连接起来，有的地方还排出了一些热气，看来没有专人带领还是不要乱跑。

工程师首先带着三人来到了办公区，在这里，他们领取了护目镜、口罩、手套、实验服、耳塞等物品，原来想要真正进入厂房，首先需要穿戴整齐这些防护用品。

“小诺博士，既然酶在生活中随处可见，为什么我们还要进行这么麻烦的防护啊，莫非这里生产的酶特别危险？”小微不解地问。

小诺博士思考了一下，说道：“工场中的酶制剂纯度要比我们生活中接触的高很多，这些在空气中裸露的酶制剂，如果不慎接触皮肤或被人体吸入，可能会引发过敏反应。所以在进入厂房之前，我们要对柔弱的眼睛、皮肤和呼吸系统进行一定的防护。眼睛要通过护目镜进行防护，皮肤不能裸



小诺博士带着小微和小梅参观菌制剂工厂。  
正在办公区穿戴安全防护用品。

露，所以不能穿短袖与凉鞋，还需要穿上实验服，戴上手套，而呼吸系统就需要用到口罩啦。”

穿戴整齐后，小微和小梅看看对方都笑出来了，真是全副武装啊，所有柔弱的地方都被完好地防护了起来。三人在工程师的带领下进入了厂房。



厂房分为培养、提纯、制剂等环节，是利用经过特定培养的微生物来生产酶的，这些微生物被给予了最好的生存环境，拥有他们喜爱的食物、氧气与温度，于是它们就能源源不断地生产出酶来了。这就是培养环节。当酶的含量较高后，会把微生物和杂质去除，只留下酶，这一步叫做提纯。提纯过后，再将这些高纯度的酶制作成生产中适合应用的颗粒就可以啦，这一步叫做制剂。

这令小微和小梅大开眼界，尤其是用于培养与提纯的超大发酵罐，更是引起了小微和小梅的兴趣。工程师表示，可以让他们自己来做一个发酵罐的模型。



小微和小梅在模型制作实验室正在利用废弃塑料瓶和吸管制作发酵罐。

于是，在工程师的带领下，大家来到了模型制作实验室，在小诺博士和工程师的帮助下，小微和小梅完成了发酵罐的制作。工程师这时提出要带他们去看工厂的污水处理区。

“我们生产中的废水含有大量的营养物质，不能直接输送给污水处理厂，所以我们就用自己生产的酶先进行一次分解净化，水中的营养物质会被酶分解为甲烷和固体肥料，甲烷是一种优秀的能源，而固体肥料则运送给周边的农场，帮助他们使土地变得更加肥沃。这也是我们酶工厂的一个特色呢。”

参观完整个酶工厂，小微和小梅都表示大开眼界，利用微生物居然可以生产出这么神奇的物质，酶的催化作用真的帮助我们更快、更好、更安全、更节能地生产与生活。



## 活动1 神奇的发酵罐



### 知识卡片

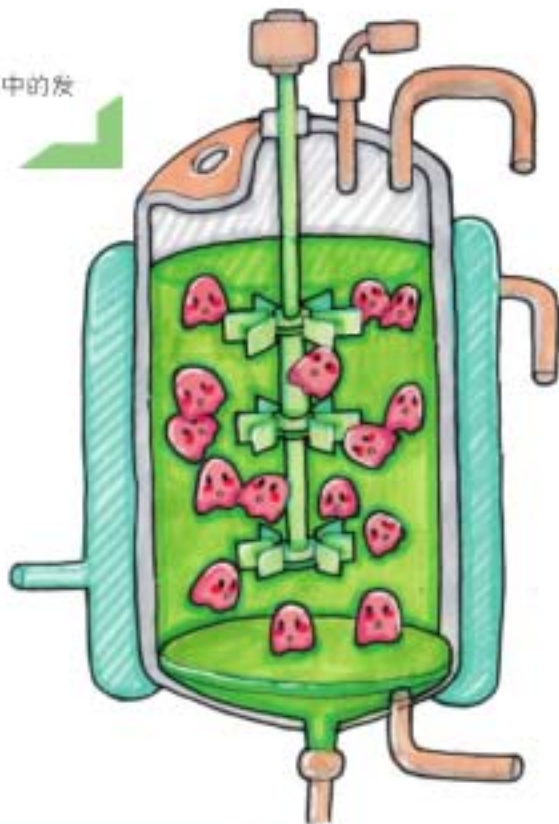
微生物发酵法是20世纪50年代以来生产酶的主要方法。工艺流程主要包括寻找产酶菌，发酵罐发酵，酶的提取，酶的后加工。

发酵罐发酵是指将产酶菌在封闭、富含营养物质的容器中培养，容器需要不断搅拌、通入空气，保持产酶菌生长的适宜温度以及pH，使菌产生酶到发酵液中，发酵过程细分为种子罐、补料罐、发酵罐，种子罐将产酶菌扩大培养，补料罐存放营养物质，及时向发酵罐中补充营养，发酵罐负责发酵。



筛选优质菌种示意图。

酶制剂生产工艺中的发酵过程示意图。



### 所需材料

塑料瓶、吸管、轻粘土、硬纸板、胶条、双面胶等



## 做一做



播放酶的工业生产相关视频或展示图片，讲解酶的工业生产流程



以3个人为一组，将学生分成若干个小组，按小组挑选材料



制作完成后按小组进行汇报讲解模型



小组讨论种子罐、补料罐和发酵罐该如何连接，如何进行控温、通气，如何实现，高温、高压灭菌过程的实现，并用所选材料制作模型



## 写一写

观察并记录实验现象。

流程	设备名称	该流程在酶生产中的意义

议  
一  
议

1. 酶的工业生产工艺有哪些步骤?
2. 每个步骤需要控制哪些条件保证产酶菌生长和产酶, 各组在模型中是怎么体现的?



### 拓展活动

联系前面所学的酶的相关知识, 讨论一下在酶提取过程中要注意哪些方面才能保护酶的活性?



## 活动2 零污染的绿色工艺



### 知识卡片

化学催化剂和酶具有相同的作用,但在工业生产中需要高温、高压等条件,还会消耗大量的水,生产过程中出现的副产品可能会污染环境。相比之下,使用酶的生产工艺只需消耗更少的原材料、能源、水资源,排放更少的废弃物,甚至可以达到废弃物的零排放。因此可实现更大规模的生产,成为绿色、可持续发展的新型环保工业,真正实现节能减排和降低环境污染。

### 所需材料

学生搜集关于果汁制作工艺的资料



## 做一做



教师介绍角色扮演活动的规则，说明小组任务：

果汁已成为人们膳食结构中越来越重要的一部分，超市里，各种各样的果汁琳琅满目，已成为人们生活中的一种普通食品。实际上，我国果汁生产是从19世纪80年代才迅速成长起来。生产果汁时，生产商会在果汁中添加一些化学调配剂来改善产品的结构和营养价值。但这些调配剂会不会危害人体健康？是否真的对人体有益呢？

教师提供背景材料及各角色说明，各小组人员认真阅读

学生5人为一个小组，组内每人抽取一个角色，设计角色为：果汁厂厂长、果汁商贩、酶制剂专家、消费者、食品安全局人员

各组内食品安全局人员召集大家进行开会，组内各个角色对市售果汁的安全问题展开讨论，得出结论

各小组的食品安全局人员最终描述自己小组内经过讨论得出的结论

按照角色不同，每个小组依次发表自己的观点



## 角色说明

- 果汁厂厂长——经营一家果汁厂,但是近两年销量不太好,正在犹豫是否引进酶工艺提高果汁的口感,降低果汁的生产成本。
- 果汁商贩——经常卖果汁,发现口感较好、无任何添加剂、营养丰富的果汁比较好卖。
- 酶制剂专家——研究酶制剂催化作用的专家,主张在果汁生产工艺中使用各种酶制剂去提高果汁的口感,降低果汁的生产成本。
- 消费者——认为目前市场上的果汁虽然好喝,但是现在好喝的饮品很多,因此不一定非喝果汁,但听说一些果汁口感较好、营养丰富、有利于健康,所以决定选择购买果汁。
- 食品安全局人员——多年负责食品安全管理工作,了解酶制剂在果汁中的安全性。但对市场上出现的一些不法商贩掺假、造假深恶痛绝。



分组展开主题为“是否将酶用于果汁生产工艺中”的角色扮演活动。



### 写一写

请在下面空白处分别画出利用化学调配剂和酶制剂处理果汁的生产工艺流程图。

使用化学调配剂	
使用酶制剂	

**议  
一  
议** 在生产果汁的过程中,使用酶制剂和化学调配剂的优缺点分别是什么?请写出讨论结果。



果汁处理方法	优点	缺点
化学调配剂		
酶制剂		

### 拓展活动

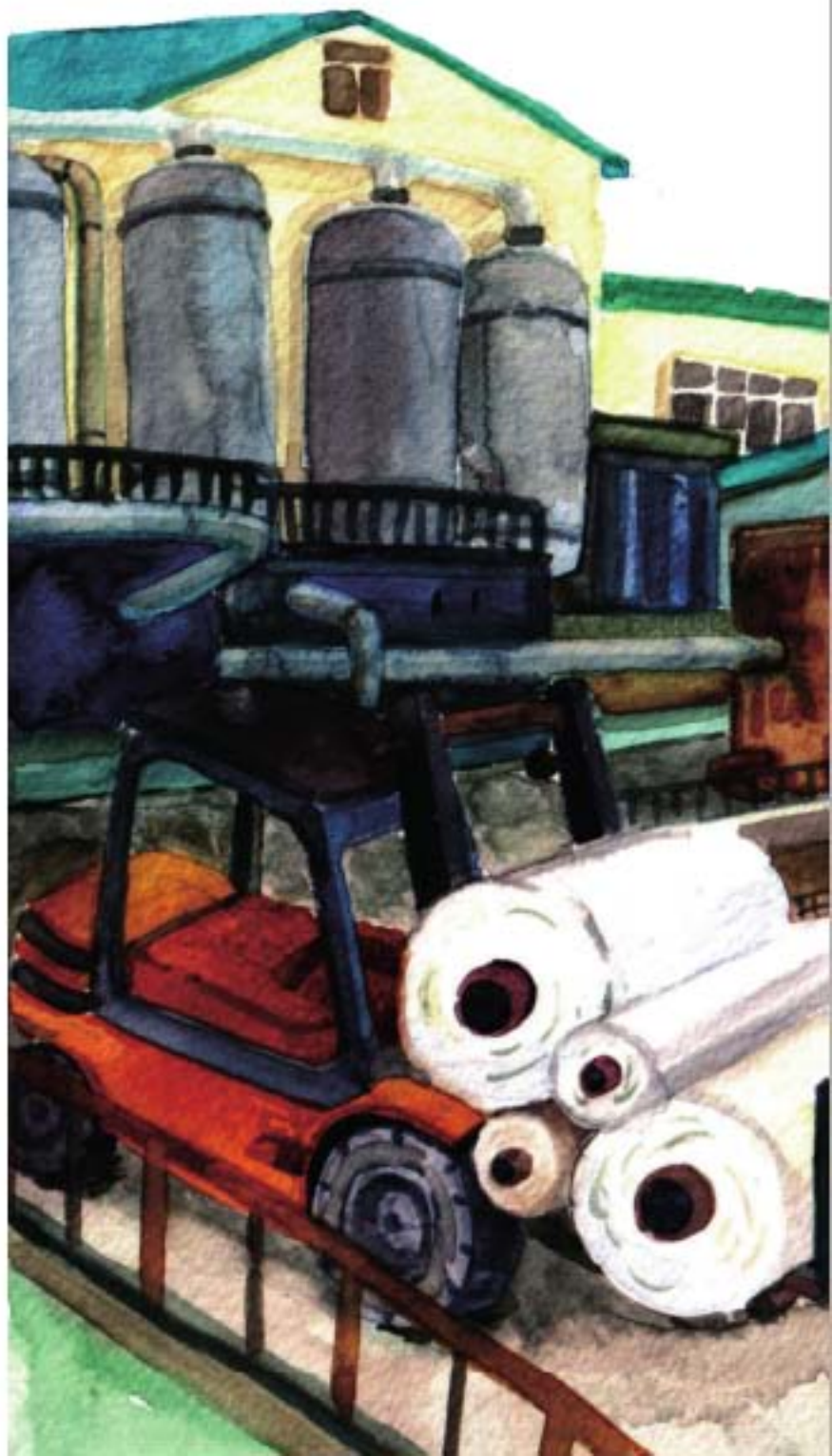
查阅资料,了解哪些物品的生产工艺中由于使用了酶制剂,使得生产过程变得更加节能、低耗、环保?

新能源汽车：利用各种不同的酶，可用锯末、木屑、稻草、玉米秆和其他植物残渣来生产乙醇汽油，从而减少汽车尾气对环境的污染。

造纸：在造纸过程中，添加酶制剂可以漂白硫酸盐纸浆。

污水处理：利用微生物分泌出的酶可以有效地处理工业废水。

废纸处理：在废纸的处理过程中加入酶可以有效地去除纸张上的墨迹。



请大家寻找图画中含有酶或在生产过程中会用到酶的物质？并进一步分析酶在物质中或物质生产过程中的作用。

## 画中寻酶 工厂中寻酶

# 造纸厂

An illustration of a paper mill. The main building is yellow with a green roof and has the large red Chinese characters '造纸厂' (Paper Mill) on its facade. In the foreground, there are several large, circular, multi-tiered tanks, likely used for paper production. The tanks are filled with green liquid. The scene is set outdoors with some trees in the background.



知识放大镜



## 你知道它们的意思吗？

酒曲——也写作“酒糱”，是指蒸煮的白米加入曲霉经保温培育后生长出菌丝，称为酒曲，其有效成分是菌丝分泌出的酶，可用于酿酒。

催化剂——在化学反应过程中能改变化学反应速率，且本身的质量和化学性质都不发生改变的物质。

生化反应——也叫“生物化学反应”，就是在生物体内进行的化学反应。

新陈代谢——简称“代谢”，是生物体表现其生命活动的重要特征之一，生物体内的新陈代谢并不是完全自发进行的，而是靠酶来催化的。

底物——在生化反应过程中，能够参与生化反应的物质，经酶作用可形成产物。

活化分子——在相同温度下，能量超过分子平均能量的分子。

有效碰撞——能够发生化学反应的分子或原子的碰撞。

显色反应——将溶液中被测的物质转变为有色物质的化学反应。

表面活性剂——指加入少量后能使溶液体系的界面状态发生明显变化的物质，具有固定的亲水亲油基团，在溶液的表面能定向排列。

生物塑料——指以淀粉等天然物质为原料在微生物的作用下生成的可降解的塑料。



## 酶的发现历史

人们对酶的认识经历了一个漫长的过程。几千年前，我们的先人就已经能利用酶的作用来制造食品和治疗疾病。但是那个时候的人们并不知道酶具体是怎么工作的，直到18世纪（清朝康熙年间），提出了“酶者，酒母也”，意思就是说，酶乃酒之母，酒乃酶所生。

一个世纪后，法国化学家佩恩（Payen）和帕索兹（Persoz）提取出了淀粉酶。

又过了半个世纪，德国人库尼（Kühne）提出了“enzyme”一词，意思是“酵母里面所具有的”，指在酵母里面能够制造出酒精的物质，也就是酶。

随后，科学家们陆续发现了一些酶，并通过科学方法证实了酶是蛋白质，在参与生化反应时起到催化剂的作用。

现今，科学家已经发现了很多种酶，并用在了生产、生活的很多方面。

## 酶催化作用的本质

我们的体内不停地进行着化学反应,虽然我们无法感受到这些化学反应,但它们大部分在酶的催化作用下悄悄进行着。

催化作用是通过降低反应的活化能来实现的,这个过程说来话长:

首先,分子一般通过相互碰撞传递能量。要使化学反应能够发生,反应物分子之间必须发生碰撞,但是,分子之间的碰撞并不都是有效的,只有那些具有足够能量的反应物分子碰撞之后,才能发生化学反应。

其次,分子之间的有效碰撞产生活化分子。当活化分子所具有的能量超过发生反应必须具有的能量时,反应就能发生;为了使反应物中的分子变为活化分子,必须由外部提供能量,这种能量称为活化能。

最后,反应所需的活化能降低,反应快速进行。酶就是通过降低反应活化能来促进催化反应的进行。

## 酶活性的影响因素

酶的催化活性的强弱以单位时间内底物的减少量或产物的生产量来表示。研究某一因素对酶促进反应速度的影响,应在保持其他因素不变的情况下,单独改变研究的因素。

温度可影响酶的活性,当温度升高时,反应速度加快;一般每升高 $10^{\circ}\text{C}$ ,酶反应速度增加1-2倍。另一方面,随温度升高,酶也逐渐受热失去活力。当人体发热时会产生厌食,就是由于体内的消化酶活力因体温升高而降低导致的。

酸碱度(pH)也会影响酶的活性,pH可影响酶蛋白的结构、酶的活性部位的解离状态、辅酶的解离以及底物分子的解离,从而影响酶与底物的结合以及对底物的催化效力。不同酶的最适pH也不同,一般来说,酶的最适pH在4.5-8.0之间,胃蛋白酶的最适pH在1.5-2.5之间。

此外,酶的浓度、底物浓度、抑制剂与激活剂、水分子活度等因素都会影响酶的反应速度。



## 酶与日常生活息息相关

日常生活中酶加工制品处处可见，早在20世纪初，德国人罗门就发明了世界上第一个洗涤用酶制剂，当时以片剂销售。1962年，丹麦诺维信公司首先提出了加酶洗衣粉。加酶洗涤剂去污能力强，用时短，受到人们的欢迎。目前，加酶洗涤剂已扩大到洗衣、洗碗、公共清洁及隐形眼镜的清洗中。

你刷牙用的牙膏中可能就加入了酶，它可以增加牙膏的洁齿效果，防止龋齿；在你妈妈使用的护肤品和化妆品中也可能加入了酶，它们可起到抗氧化、光洁皮肤等作用。

在你吃的食品中酶的应用也很广泛，比如去除橘皮，澄清果汁，发酵制作馒头、面包，生产酒精、味精、食用油、酱油、醋。除了直接用于食品生产加工，还可用于增加食品的口感和营养，比如使面条、水饺等面食更劲道，使饼干等食品更酥脆等。

酶还可用于生产新能源，使用酶制剂可将淀粉等可再生资源转化为乙醇，俗称乙醇汽油（添加10%燃料乙醇的汽油）；还可用废弃的植物油生产生物柴油。

酶在环境保护方面“大显身手”，用酶工艺生产的生物塑料无毒无害，可完全降解；还可转化工厂废水中的有害物质，减少环境污染；用于检测有机磷、有机氯等环境污染物。

## 唾液中的酶

如果你在嚼馒头的时候感觉到了甜味，那么实际上你已经感受到了唾液淀粉酶的存在。唾液淀粉酶属于 $\alpha$ -淀粉酶的一种，可作用于可溶性淀粉、直链淀粉、糖原等 $\alpha$ -1,4-葡聚糖，水解 $\alpha$ -1,4-糖苷键的酶。 $\alpha$ -淀粉酶广泛分布于动物唾液、麦芽等植物及微生物。

唾液中除了淀粉酶外，还有粘蛋白，它可使食物润滑，易于吞咽，使食物由食道进入胃。由于食物在口腔停留的时间很短，食物中的淀粉并不能完全被消化。唾液淀粉酶发挥作用的最适pH值在中性范围内，唾液中的氯和硫氰酸盐对此酶有激活作用。食物进入胃后，唾液淀粉酶还可继续使用一段时间，直至胃内容物变为pH值约为4.3~4.8的酸性反应为止。

## 嫩肉粉中的酶

我们自己在家炒的肉丝，总觉得口感“柴”不如餐馆里做的嫩，原因可能在于没有使用嫩肉粉。嫩肉粉的主要成分是蛋白酶，是一类专门分解蛋白质的酶，用它来使一些粗老硬韧的肉类变嫩。嫩肉粉中的蛋白酶是木瓜蛋白酶，它是从未成熟的番木瓜果实胶乳中提取的一种蛋白水解酶。木瓜蛋白酶是一种在酸性、中性、碱性环境下均能分解的蛋

白酶。蛋白酶之所以能对肉类进行嫩化，是因为它能将肉中的结缔组织及肌纤维中结构较复杂的胶原蛋白、弹性蛋白进行适当的降解，使得他们结构中的一些连接键发生断裂，在一定程度上破坏了它的结构，从而大大提高肉的嫩度。

木瓜蛋白酶对肉类蛋白质进行分解的最佳环境为65℃，pH值在7-7.5范围内。虽然在其他温度也能对蛋白质进行分解，但效果远不如处于最佳环境时好。

## 蜂蜜中的酶

你能想象得到吗？蜂蜜中也有酶哦！蜂蜜中含有淀粉酶、蔗糖转化酶、葡萄糖氧化酶、过氧化氢酶、溶菌酶、磷酸酶、脂酶等多种酶，主要来源于蜜蜂的唾液，属动物源性酶。

蜂蜜中的淀粉酶在蜂蜜酿制过程中可使花蜜中的淀粉水解成葡萄糖、麦芽糖等，食后有助于人体消化吸收。蜂蜜中淀粉酶对热敏感、容易失活。蜂蜜中淀粉酶活性是蜂蜜的重要质量指标，可衡量蜂蜜的成熟度、新鲜程度、掺假程度及加工贮存条件优劣。蜂蜜中的蔗糖转化酶在蜂蜜成熟过程中起着重要的作用，可把花蜜中的蔗糖转化为葡萄糖和果糖，并在贮藏过程中继续作用，使蔗糖含量持续下降，

还原糖的含量相应升高,食入后可提高人体对糖类物质的消化吸收能力。蜂蜜中蔗糖转化酶对热敏感,容易变性失活,其热稳定性低于淀粉酶。蜂蜜中蔗糖转化酶活性可衡量蜂蜜的成熟度、新鲜程度、掺假程度及加工贮存条件优劣。但各国至今还未将其作为衡量蜂蜜质量的指标。

蜂蜜中的葡萄糖氧化酶可将蜂蜜中的葡萄糖氧化为葡萄糖酸和过氧化氢,过氧化氢具有抗菌作用,可延长原蜜的保存期。蜂蜜中的过氧化氢酶可将过氧化氢分解为水和氧气。蜂蜜中葡萄糖含量越高、葡萄糖氧化酶含量或活性越高、过氧化氢酶含量或活性越低,蜂蜜的抗菌作用越强。



## 洗衣粉中的酶

相信你们一定听说过加酶洗衣粉吧，那么洗衣粉中为什么要加酶呢？洗衣粉的主要活性成分是表面活性剂，但仅靠表面活性剂并不能彻底去除日常生活中很难溶的大分子污渍，如奶渍、油渍、血渍、淀粉污渍等。洗衣粉中含有蛋白酶、脂肪酶、淀粉酶、甘露聚糖酶等多种酶制剂，这些酶制剂在洗涤过程中可将难溶的大分子污渍分解成易溶于水的小分子物质，使去污更彻底，衣物更清洁。

- 蛋白酶能有效分解蛋白类污渍，如日常生活中衣领、袖口上人体分泌物以及血、奶、草汁和各种食品等蛋白质污垢；
- 脂肪酶能有效分解油脂类污渍，如食用油、色拉油、火锅底料、口红、奶油及各种酱汁；
- 淀粉酶可去除淀粉类污渍，如米饭、面条、土豆泥以及各种粥类淀粉污垢，特别能去除婴儿食品类污渍，助年轻妈妈一臂之力；
- 甘露聚糖酶能有效分解日常生活中难以去除的各种顽固污渍，如沙拉酱、番茄酱、冰淇淋、奶昔以及一些个人护理产品的污渍，如润肤霜、牙膏等；
- 纤维素酶可水解附着于织物表面的绒毛，防止污渍的再沉积，达到增白及护色的效果。



## 酪氨酸酶

夏天到了，你的皮肤被晒黑了吗？如果你被晒黑了，那就说明你体内的酪氨酸酶在工作。人被晒黑是因为黑色素增加了，黑色素细胞中含有一种酶叫酪氨酸酶，这种酶能催化酪氨酸反应转化成黑色素，产生的黑色素被转移到角质细胞。你晒得越黑，说明转移到角质细胞中的黑色素越多。

由于酪氨酸是生理活动必需的氨基酸，大量而广泛地存在于人体中。在太阳光中的紫外线照射下，黑色素细胞内的酪氨酸酶的催化活性增强，加速催化作用，促进更多的酪氨酸转化成黑色素。

## 果胶酶

果胶酶能够用于澄清果汁，就像变魔术一样，能使鲜榨的混有果肉的果汁快速澄清。秘密在于，鲜榨的果汁中含有果胶，果胶酶能够分解果胶，瓦解植物的细胞壁及胞间层，使得浑浊的果汁变澄清。

天然的果胶酶主要存在高等植物和微生物中，但除了蜗牛以外，在动物界中没有发现果胶酶的存在。从植物提取出的果胶酶产量低，难以大规模提取制备，因此，果胶酶可以通过黑曲霉发酵而得到。常见的果胶酶为浅黄色的粉末。

## 蛋白酶

蛋白酶是水解蛋白质的酶的总称，广泛存在于动物内脏、植物茎叶、果实和微生物中，能催化蛋白质水解。在干酪生产、肉类嫩化中都大量使用蛋白酶。胃蛋白酶、胰凝乳蛋白酶、羧肽酶和氨肽酶都是人体消化道中的蛋白酶，在它们的作用下，人体摄入的蛋白质被水解。

霉菌蛋白酶、细菌蛋白酶和植物蛋白酶等被用于焙烤工业中，如在饼干中降低面筋的筋力，使饼干更酥脆。

木瓜蛋白酶是一种在酸性、中性、碱性环境下均能分解蛋白质的蛋白酶，在医药、食品、饮料、化学试剂、饲料、纺织化妆品等方面都有广泛的应用。

胃蛋白酶是一种消化性蛋白酶，用于水解食物中的蛋白质，因为存在于胃酸中，因此只有在酸性条件下才能发挥作用，最适的条件是pH为2，随着pH的升高，胃蛋白酶活性降低，当pH升至6以上时，会发生不可逆的变化，失去活性。

## 溶菌酶

在自然界中,溶菌酶普遍存在于鸟类、家禽的蛋清和哺乳动物的眼泪、唾液、血液、鼻涕、尿液、乳汁和组织细胞中(如肝、肾、淋巴组织、肠道等)。从木瓜、大麦、无花果和卷心菜、萝卜等植物中也能分离出溶菌酶,溶菌酶是从鸡蛋清中提取出来的,能够用于分解细菌坚韧的细胞壁,使细菌溶解死亡,具有抗菌、消炎等作用,并对机体组织无任何刺激性和毒性。人体内的溶菌酶主要存在于眼泪、唾液、鼻粘液、乳汁等分泌液以及淋巴腺和白血球中,1mL眼泪中含7mg溶菌酶,1mL乳汁中含0.1~0.5mg。因此,溶菌酶对眼睛、耳朵、鼻腔、口腔、喉咽等五官科的慢性和急性炎症都有一定的疗效。

溶菌酶具有以下用途:

- 可与抗生素制成复合药剂,使抗生素的用量减少到原来的1%;
- 可添加到食品中,用于水产品、肉制品、乳制品、糕点及饮料的防腐;
- 可加入乳粉中,抑制肠道中腐败微生物的生存;
- 可用于生产调味料等。

## 酶与药物

酶类药物按其临床应用分类,主要有以下几种:

### 1. 消化类

这类酶是研究最早,品种最多的一类酶。它们的作用是消化和分解食物中的各种成分,如淀粉、脂肪蛋白质等,使其变成比较简单的物质,以利于胃肠道的吸收。当体内消化系统失调,消化液分泌不足时,服用这一类酶就能够补充和纠正体内消化酶的不足,恢复正常消化机能。

### 2. 抗炎清创类

这一类是目前在治疗上发展最快,用途最广的一种。这种酶大多数都是蛋白质水解酶,能够分解发炎部位纤维蛋白的凝结物,消除伤口周围的腐肉、碎屑等。其中有些酶能够分解脓液中的核蛋白,降低脓液的黏性,达到净洁创口、抗炎消肿的目的。

### 3. 血凝和解凝类

这一类酶都是从血液中提取出来的,有的能促使血液凝固,有的却能溶解血块。凝血酶的作用是促使血中纤维蛋白原变成纤维蛋白,从而促使血液凝固,防止微血管出血。纤维蛋白溶解酶的作用是溶解血块,为目前临床上最新的一种酶制剂。

#### 4. 解毒类

这一类酶的主要作用是解除体内或因注射某种药物产生的有害物质。

#### 5. 诊断类

这一类酶是用作临床上各种生化检查的试剂,帮助临床诊断。

## 酶在纺织工业中的应用

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要纤维素酶的处理;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品的危害,并减少行业对环境的污染。

在纺织工业中,从棉花到面料,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悠久的应用。果胶酶代替氢氧化钠进行“生物煮练”可以形成对织物低损伤和更为环保的新工艺。过氧化氢酶则在漂白残留液的过程中大显身手。低温省水的绿色环保酶制剂新工艺为保持和还原青山绿水的环境做出了突出贡献。

## 酶在制革工业中的应用

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，皮革厂利用酶制剂的专一性，实现了在皮革加工过程中“只脱毛不伤皮”的酶法脱毛，主要用于猪皮革、绒面革和牛皮底革等品种；利用酶分解皮纤维间质中的可溶性蛋白质来软化皮革。酶法制革缩短了生长周期，并消除了硫化物、铬化物的污染。

其实，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。

## 酶在造纸工业中的应用

造纸是重污染工业之一，其中用含氧化合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。造纸白水是指抄纸系统的废水，主要含有大量的细小纤维、填料等悬浮物，以及施胶剂、防腐剂、增强剂等，同时也含有很多的溶解性胶体物质。

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。

## 酶在饲料工业中的应用

在饲料生产过程中,在家禽、家畜的饲料中加入酶可提高饲料的可消化性和转化率。

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,因此会排出有害于环境的含磷粪便。全世界的牲畜每年排出的含磷粪便多达800万吨,如果在饲料中添加植酸酶,通过释放被结合的磷提高营养价值,同时可以使排出的磷减少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。





## 酶在食品工业中的应用

酶在食品工业中应用广泛,在烘焙、乳品、啤酒酿造、果汁与葡萄酒加工、油脂加工等工业领域均有应用。

**烘焙工业:**工业化的焙烤用酶被制备成可自由流动的与面粉颗粒大小相同的制剂,使用也很安全。它可改善面团的韧性、体积结构,并延长货架期。可口的面包具有光亮的光泽、良好的弹性、膨松的体积和芳香的口味,因为 $\alpha$ -淀粉酶和糖化酶将淀粉分解成葡萄糖,提供酵母发酵用养分,从而增大面包体积。麦芽糖淀粉酶通过防止面粉老化,从而提高面包的柔软度和弹性。葡萄糖氧化酶则可部分替代用于强化谷蛋白的化学氧化剂如溴酸盐等,从而提高面包质量。



**乳品工业：**奶酪的风味是在成熟过程中逐渐获得的。使用不同的微生物或其酶系可使奶酪逐渐成熟，得到风味不同的奶酪；使用蛋白酶则可水解干酪，加速奶酪的成熟；来自米氏毛霉的脂肪酶在意大利奶酪中，促进辣味的产生，已成制取凝乳酶的安全生产技术。使用专一性蛋白内切酶可消除婴儿对牛奶的过敏作用，提高牛奶的营养价值。大部分人对牛奶中的乳糖有不耐受症，会产生腹痛腹泻等症状。如果在牛奶中加入乳糖酶处理，就可以消除乳糖不耐受的症状，消费者可以放心的饮用牛奶。

**啤酒酿造工业：**麦芽汁中酶活性变化或过低可能导致一系列质量问题，如提取率低、麦汁分离时间长、发酵慢，啤酒的口味及稳定性差等。酶可用来补充麦芽中的酶，用淀粉类原料和大麦酿啤酒时分别加入 $\alpha$ -淀粉酶， $\beta$ -葡聚糖酶及蛋白酶可确保酿造质量。发酵早期加入 $\alpha$ -乙酰乳酸脱羧酶可缩短啤酒发酵时间并确保良好的风味。



**果汁与葡萄酒加工工业：**大部分果汁加工中都会用到酶。酶制剂在果酒和葡萄汁的生产中可起到软化果皮、提取颜色、提高产量、澄清果汁、改善口味和帮助过滤等作用。果胶酶、纤维素酶等可以最大限度地提高果汁产量，提升副产品价值，提高原材料利用率，降低成本；果胶酶、淀粉酶、阿拉伯聚糖酶可防止浓缩汁浑浊。酶还可以清洗过滤膜，避免化学清洗剂对膜的损伤和对环境的污染。

**油脂加工工业：**在油菜籽、椰子、大豆及橄榄等油料作物的加工工艺中，使用纤维素酶提取橄榄油的方法，可以避免使用乙烷造成的污染和爆炸的危险，安全环保。脂肪酶可用于油脂水解、转酯反应及酯合成，利用这些技术可以生产出自然界中产量少但价值高的产品，如可可脂等。



## 酶制剂在燃料酒精工业生产中的应用

自然界的生物多样性提供适应于各种不同的物理、化学条件的酶。由生物原料生产的酒精可用作传统机动车燃料的替代品，提高辛烷值，减少尾气污染。燃料酒精是淀粉类原料（如玉米）经“干磨”的方法磨碎，在 $\alpha$ -淀粉酶的作用下液化，经糖化酶转化为葡萄糖，再由酵母发酵产生乙醇，最后经蒸馏脱水后即可得到燃料酒精。其副产品DDGs（俗称干酒糟）是非常好的动物饲料。秸秆、甘草、树叶等被很多人称为“废料”的东西，在利用酶生产乙醇的工业中，都可以作为原料变成乙醇，剩余的部分可以重新回到土地上作为肥料。

每使用一克酶制剂，就可以减少300多公斤的二氧化碳的排放，降低环境污染，提高自然资源使用率。

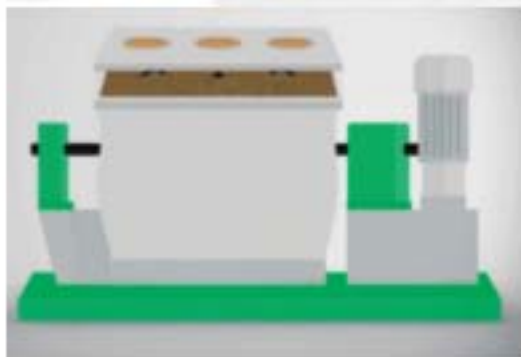


## 酶的生产工艺流程

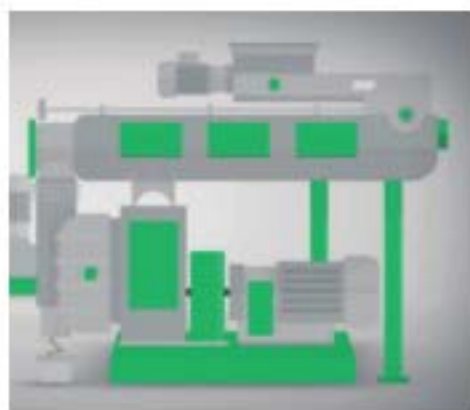
首先,从大自然中筛选出所需的微生物,这些微生物有以下特点:产酶量高、菌体繁殖快、发酵周期短、产酶稳定性好、原料廉价、安全可靠。



其次,在封闭、富含营养物质的发酵罐中培养微生物,微生物中的酶会释放到发酵液中。在培养过程中,要控制发酵罐中氧气、温度、pH等条件,使微生物快速繁殖并释放出大量的酶。



然后,从发酵液中除去不溶物质,获得所需要的酶,通过蒸发、膜过滤或结晶等方法得到酶的浓缩液。

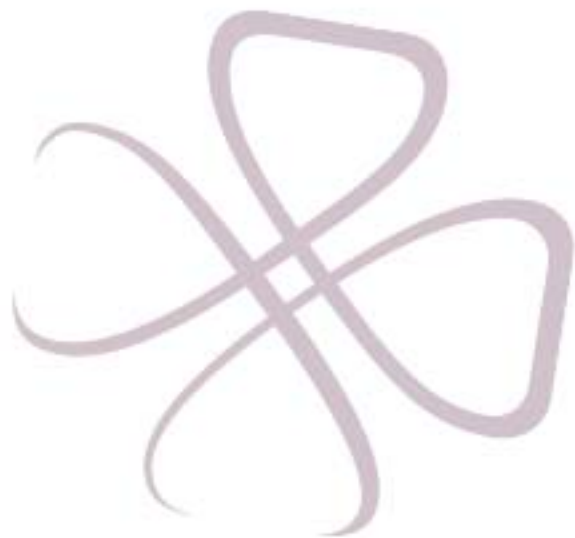


最后,加工酶制剂。酶是蛋白质,遇到高温、酸、碱、蛋白酶等因素会失活,所以后加工技术在酶制剂的生产过程中很重要。根据最终用途,可进一步加工成液体、粉末、颗粒或固定化酶等一系列制剂。



## 放飞思想，展望未来

一提到酶很多人都感觉很神秘，通过本书的学习，我们了解到酶与人们的生活息息相关。酶制剂在提高人类生活质量、满足消费者日益多样化的需求等方面做出了很大的贡献。随着新酶的开发和应用领域的拓展，在生活中大家能更多地感受到酶的存在。请充分发挥你的想象力，用图画描绘出酶制剂的开发和利用对未来生活的影响。



## “生物催化生活之美” 诺维信中国生物教育计划

“生物催化生活之美”是由诺维信中国于2016年创立的可持续发展教育计划，旨在聚焦生物技术给公众生活带来的变化，开展以生物技术、酶、可持续发展和创新为主要内容的公众教育行动，这也是诺维信全球科学教育计划的一部分。

作为全球工业酶制剂的先导企业，诺维信时刻关注工业生物技术给公众生活带来的变化，将通过“生物催化生活之美”项目研发适合中国中小学教育模式的课程和实验，出版科普读本，开展教师培训，支持中小学设立长期的生物科学课程，旨在帮助中小学生学习生物科学知识，提升中小学生学习科学认知水平。





图书在版编目(CIP)数据

漫游酶世界:生物催化生活之美/岳蕾主编. —  
北京:光明日报出版社,2016.8  
ISBN 978-7-5194-1595-2

I. ①漫… II. ①岳… III. ①酶—少年读物 IV.  
①Q55-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第188359号

## 漫游酶世界：生物催化生活之美

主 编：岳 蕾

责任编辑：梁永春

责任印制：曹 珍

封面设计：李彦生

责任校对：傅泉洋

出版发行：光明日报出版社

地 址：北京市东城区珠市口东大街5号，100062

电 话：010-67078242（咨询），67078870（发行），67019571（邮购）

传 真：010-67078227，67078255

网 址：<http://book.gmw.cn>

E-mail：[gmcs@gmw.cn](mailto:gmcs@gmw.cn)

法律顾问：北京德恒律师事务所龚柳方律师

印 刷：北京缤索印刷有限公司

装 订：北京缤索印刷有限公司

本书如有破损、缺页、装订错误，请与本社联系调换

开 本：710×1000 1/16

字 数：150千字

印 张：9

版 次：2016年9月第1版

印 次：2016年9月第1次印刷

书 号：ISBN 978-7-5194-1595-2

定 价：39.80元

版权所有 翻印必究

责任编辑：梁永春  
封面设计：李彦生



生物催化生活之美

# 漫游酶世界



- 食品** 生物技术能够减少化学添加剂的使用，降低丙烯酰胺的产生，提升烘焙食品的品质和新鲜度，为中国消费者提供更为健康、美味和安全的食品。
- 纺织** 生物酶制剂令织物更加光洁亮丽且持久如新，延长织物20%的使用寿命，每年为中国有效减少2000万吨二氧化碳排放，节约60亿立方水资源。
- 洗涤剂** 科学家开发出世界最前沿的酶技术，优化洗涤剂配方，减少化学品使用，提高去污能力。未来，生物技术将会实现更清洁的功能性家用洗涤，并不断降低其对环境的影响。
- 淀粉糖** 用生物酶制剂生产的葡萄糖，能够达到“三高一低”——高出糖率、高原料利用率、高产品质量，低成本，为实现淀粉工业全自动控制提供了必要的条件。
- 生物能源** 用秸秆、蔗渣等农业废弃物生产的生物乙醇，帮助我们有效减少对化石能源的依赖，减少由汽车尾气、秸秆焚烧等造成的空气污染，推动农村经济的发展。
- 废水处理** 废水的不合理排放会导致环境污染，直接威胁着人类的生存境况。生物技术可以有效去除废水中的污染物，为中国的水资源管理提供更洁净的解决方案。
- 生物农业** 科学家不断探索利用微生物实现可持续的耕种方式，这些来自自然界、精心挑选出来的细菌和真菌在农作物的根系繁衍，促进营养的吸收，减少化肥农药的施用，实现稳产高产。

不断探索自然界蕴含的神奇力量，有助于创造应对对人类发展所面临问题的生物解决方案。我们相信，秉承敢为人先的文化，永不止步的探索精神，通过与政府机构、学术界、消费者及周围更多人密切合作，共同寻找生物解决之道，在不断发展的世界中生活得更美好！



上架建议 科普

ISBN 978-7-5104-1505-2



定价：39.00元