**《发酵与酶工程》课程教学大纲**

**课程中文名称：发酵与酶工程**

**课程英文名称：Fermentation Engineering and Enzyme Engineering**

**课程编号：**

**课程类型：专业必修课**

**学分数：5**

**学时数：80（理论48，实验32）**

**适用专业：生物技术专业**

**开课学期：第5学期**

**先修课程：微生物学，生物化学，有机化学**

**执笔人（课程负责人）：张少平 审核人（系主任）：段志芳**

**生命科学学院**

一、课程的地位、教学目标和基本要求

发酵与酶工程是生物技术的基础和重要组成部分，是生物技术产业化的重要环节。发酵与工程是酶学、微生物学的基本原理与化学工程相结合而产生的交叉科学技术。它是从应用的目的出发研究微生物与酶，是生物工程的重要组成部分。发酵与酶工程课程是生物技术专业必修的一门专业课程。

教学目的与任务：（1）、通过本课程的学习，使学生在生物化学、微生物学等课程的基础上，系统的掌握发酵与酶工程的基本理论、基本知识和基本技能，建立较深刻的微生物学观点，形成科学的思维方式。（2）、要求学生能了解现代酶与发酵工程理论和技术的新发展，解决酶与发酵工程产业化过程中出现的主要问题；学会综合运用所学的基本理论知识和技术来解决一些与生产相关的实际问题，并为从事新产品和新工艺的研究与开发奠定应有的理论基础。

本大纲为酶与发酵工程教学活动的指导大纲，教学和学生学习应在其指导下进行，考试大纲亦如此。发酵与酶工程课是一门综合性很强的课程，要求基础理论和生产之间密切结合。在课程讲授过程中，将要按照酶的生产，改造，应用及微生物发酵生产的全过程阐明各个阶段、各种发酵产品生产的原理和技术。讲解理论知识的同时，又重点突出生产的工艺操作和控制技术等实际问题。本课程由理论和实验二部分组成，其中理论课讲授48学时，实验32学时。考试成绩采用结构分制，成绩按6：4计算。考核方式为考试，百分制记分。

二、教学学时分配

1、理论课时分配安排表

理论课讲授，按每周3学时安排，全学时共48学时。 教学内容及具体学时分配见下表：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 讲授内容 | 讲授时数 | 实验学时 |
| 第一章 | 发酵工程概论 | 2 |  |
| 第二章 | 工业菌种选育与保藏 | 6 |  |
| 第三章 | 发酵培养基的制备 | 2 |  |
| 第四章 | 发酵工业的无菌技术 | 2 |  |
| 第五章 | 发酵工业种子制备 | 2 |  |
| 第六章 | 发酵设备 | 2 |  |
| 第七章 | 发酵动力学 | 2 |  |
| 第八章 | 发酵工艺控制 | 6 |  |
| 第九章 | 酶工程概论 | 2 |  |
| 第十章 | 微生物发酵产酶 | 4 |  |
| 第十一章 | 酶的提取与纯化 | 6 |  |
| 第十二章 | 酶分子修饰 | 2 |  |
| 第十三章 | 酶固定化 | 2 |  |
| 第十四章 | 酶非水相催化 | 4 |  |
| 第十五章 | 酶反应器 | 2 |  |
| 第十六章 | 酶的应用 | 2 |  |
| 合计 |  | 48 |  |

**三、教学内容与基本要求**

第一章 发酵工程概论

**【教学目的】**通过本章学习，了解发酵工程的特点、组成和发展历史。了解发酵工程的应用范围 和发展趋势。

**【教学内容】**

1**发酵工程定义及在生物技术中的地位**.

1.1**发酵的定义**

1.2发酵工程

2 发酵物工程发展简史

2.1自然发酵阶段

2.2纯培养技术的建立

2.3 通气搅拌发酵技术的建立

2.4代谢控制发酵技术的建立

2.5基因工程阶段

3发酵工业的特点及其应用范围

3.1发酵工程的特点

3.2发酵工程的应用范围

4.工业发酵的类型与典型过程

5.发酵工程在国民经济中的应用

6.发酵工程前沿及应用前景

**【重点和难点】**发酵工程的定义、特点和内容

第二章工业菌种选育与保藏

**【教学目的】**通过本章学习，了解并掌握发酵工业常用微生物及其菌种的选育方法；了解并掌握菌种保藏的原理及各种方法，明确种子扩大培养的目的及意义。

**【教学内容】**

1 菌种的来源

1.1生物活性物质产生菌的筛选

1.2菌种的分离

2优良菌种的选育

2.1出发菌株的选择原则

2.2工业菌株选育的方法

3 工业菌种的保藏

3.1 理想的菌种保藏方法应具备的条件

3.2工业微生物菌种保藏技术

3.3 菌种的衰退与复壮

**【重点和难点】**发酵工业常用微生物及其菌种的选育方法；菌种保藏的原理及各种方法。

第三章 发酵培养基的制备

**【教学目的】**通过本章学习，了解 工业发酵用培养基的要求。了解培养基的构成及作用，掌握培养基设计的基本原理与方法。

**【教学内容】**

1常用培养基的基本要求

2培养基成分及来源

2.1碳源

2.2氮源

2.3无机盐的微量元素

2.4生长因子、前体和产物促进剂

2.5水

3培养基的类型与区别

3.1斜面培养基或孢子培养基

3.2种子培养基

3.3发酵培养基

4发酵培养基的设计及优化

4.1培养基成分选择的原则

4.2成分含量的确定

4.3培养基设计的步骤

4.4培养基的优化

**【重点和难点】**发酵培养基的设计和最优化。

第四章 发酵工业的无菌技术

**【教学目的】**通过本章学习了解培养基的灭菌的基本方法与理论，了解空气过滤灭菌的介质、过滤器及附属设备，理解致死时间、致死温度概念，理解空气过滤灭菌原理，掌握分批灭菌和连续灭菌时间的计算。

**【教学内容】**

1杂菌的分析与防治

1.1杂菌的检测

1.2染菌的原因分析

1.3染菌的途径及预防

2培养基的灭菌

1.1 发酵工业灭菌的方法

1.2 湿热灭菌的原理

1.3 培养基的灭菌

1.4 培养基灭菌的条件

3空气杀菌

3. 1 空气灭菌的原理

3.2空气除菌的流程及设备

**【重点和难点】**

重点：灭菌的原理方法分批灭菌及相关时间的计算

难点：分批灭菌和连 续灭菌时间的计算

第五章发酵工业种子制备

**【教学目的】**通过本章学习，了解并掌握种子制备原理与技术及种子质量的控制措施；了解种子制备的放大原理与技术，明确种子扩大培养的目的及意义。

**【教学内容】**

1.种子制备原理与技术

2.影响种子质量的因素

3.种子质量的控制措施

4.种子制备的放大原理与技术

**【重点和难点】**种子制备的放大原理与技术；种子制备原理与技术。

第六章 发酵设备

**【教学目的】**通过本章学习了解发酵设备的基本类型，理解各类发酵罐的工作原理，掌握机械搅拌式发酵罐的基本结构，掌握发酵罐容积的计算。

**【教学内容】**

1通风发酵设备

1.1 机械搅拌式发酵罐

1.2 自吸式发酵罐

1.3 气升式发酵罐

2 嫌气发酵设备

2.1 酒精发酵设备

2.2 新型啤酒发酵设备

**【重点和难点】**

重点：

1各类发酵罐的工作原理

2机械搅拌式发酵罐的基本结构

难点：机械搅拌式发酵罐的工作原理及结构

第七章 微生物发酵动力学

**【教学目的】**通过本章学习了解微生物反应模式和发酵的方法，理解分批培养、补料分批培养和连续培养的概念及特点；掌握分批培养过程的基本动力学方程。

**【教学内容】**

1发酵过程动力学描述和分类

1.1微生物反应过菌体生长速率

1.2基质消耗速率

1.3代谢产物的生成速率

1.4混合生长学

1.5发酵方法和动力学分类

2微生物发酵的动力学

2.1分批发酵动力学

2.2补料分批发酵动力学

2.3连续发酵动力学

3发酵过程中质量和能量平衡

**【重点和难点】**分批培养过程的基本动力学方程。

第八章 发酵工艺控制

**【教学目的】**通过本章学习了解发酵的主要操作方式，理解发酵过程中的代谢变化参数，理解温度、pH、溶氧、泡沫等参数对发酵的影响，掌握发酵过程中温度、pH、溶氧、泡沫等参数的控制。

**【教学内容】**

1温度对发酵的影响与控制

1.1发酵热及其测定

1.2温度对微生物生长的影响

1.3温度对发酵的影响

1.4最适温度的控制

2 pH对发酵的影响与控制

2.1PH值对菌体生长和代谢产物形成的影响

2.2影响PH值变化的因素

2.3发酵过程PH值的调节及控制

3 氧对发酵的影响与控制

3.1供氧与微生物呼吸及产物形成的关系

3.2微生物的临界氧浓度

3.3发酵过程中溶解氧的变化

3.4溶氧控制

4.二氧化碳对发酵的影响

4.1定义

4.2发酵过程中CO2释放率的变化

4.3 CO2对发酵的影响

5泡沫对发酵的影响与控制

5.1泡沫的性质

5.2发酵过程泡沫的变化

5.3化学消泡

5.4机械消泡

6 补料的控制

6.1 FBC的作用

6.2补料的内容

6.3补料的原则

6.4补糖的控制

6.5补氮和无机盐

6.6发酵终点的判断

7发酵终点的判断

7.1自溶的监测

7.2影响自溶的因素

7.3发酵控制技术概况与进展

**【重点和难点】**

重点：温度、pH、溶氧、泡沫等参数对发酵的影响

难点：发酵过程中温度、pH、溶氧等参数的控制

第九章酶工程概论

**【教学目的】**

理解与掌握酶的定义与特征，了解酶与酶工程的发展历史。了解酶的分类与命名，酶结构与功能之间相互关系、掌握酶催化反应动力学、及酶活力的测定，并了解影响酶催化反应因素。

**【教学内容】**

**1**酶的基本概念与发展历史 (1学时)

1.1酶与酶工程研究的重要意义

1.2酶的基本概念与发展史

1.3酶工程简介

1.4酶工程应用范围

2 酶催化作用的特点

2.1酶催化作用专一性强

2.2酶催化作用的效率高

2.3酶催化作用的条件温和

3 影响酶催化作用的因素

3.1底物浓度对酶促反应速度影响

3.2酶浓度的影响

3.3温度的影响

3.4 pH值的影响

3.5抑制剂的影响

3.6激活剂的影响

4 酶的分类与命名

4.1蛋白类酶的分类

4.2核酸类酶的分类

5 酶的活力测定

5.1酶活力测定方法

5.2酶活力单位

5.3酶的转换数与催化周期

5.4固定化酶活力测定  
6 酶的生产方法

6.1提取分离法

6.2生物合成法

6.3化学合成法  
7酶工程发展概况   
**【重点和难点】**掌握酶催化反应动力学、及酶活力的测定方法

第十章 微生物发酵产酶

**【教学目的】**

了解常见的产酶微生物及发酵产酶的方法，理解与掌握酶生物合成及调节控制的基本理论，深刻理解与掌握酶发酵生产的工艺条件及其控制、提高酶产量的措施及酶生物合成模式。

**【教学内容】**

1微生物细胞中酶生物合成的调节

1.1酶生物合成的基本过程

1.2 酶生物合成的调节

1.3 酶生物合成的模式

2产酶微生物的特点

2.1用于酶的生产的细胞必备条件

2.2酶发酵生产常用的微生物

3发酵工艺条件及其控制

3.1酶发酵的工艺条件要求

3.2各因素的控制

3.3提高酶产量的措施

4固定化微生物细胞发酵产酶

4.1固定化细胞产酶的特点

4.2固定化细胞发酵产酶的工艺条件及控制

4.3固定化细胞生长及产酶动力学

5 固定化微生物原生质体发酵产酶

5.1固定化原生质体的特点

5.2固定化原生质体发酵产酶的工艺条件及控制

**【重点和难点】**提高酶产量的措施及酶生物合成模式。

第十一章 酶的提取与分离纯化

**【教学目的】**

理解与掌握酶分离纯化的基本原则与一般程序、细胞破碎与酶的提取方法， 深刻理解与掌握酶的纯化原理与方法（离心分离、沉淀分离、层析分离、电泳分离、膜分离、结晶等），了解酶的浓缩与干燥方法、分离纯化指标与酶纯度鉴定。

**【教学内容】**

1细胞破碎

1.1目的

1.2破碎方法

2 酶的提取

2.1酶提取方法

2.2影响酶提取的主要因素

3 沉淀分离

4离心分离

5过滤与膜分离

6 层析分离

6.1 吸附层析

3.6.2分配层析

3.6.3离子交换层析

3.6.4 凝胶层析

3.6.5亲和层析

3.6.6层析聚焦

3.3.4电泳分离

7 电泳分离

7.1纸电泳

7.2薄层电泳

7.3薄膜电泳

7.4凝胶电泳

7.5等电聚焦电泳

8 萃取分离

8.1有机溶剂萃取

8.2双水相萃取

8.3超临界萃取

8.4 反胶束萃取

9结晶

10 浓缩与干燥

**【重点和难点】**酶的提取和分离纯化的方法

第十二章酶分子修饰

**【教学目的】**

掌握酶修饰技术的基本概念、原理（金属离子置换修饰、大分子结合修饰、侧链基因修饰、肽链有限水解修饰）。了解酶修饰的目的、现状及进展。

**【教学内容】**

1金属离子置换修饰

1.1金属离子置换修饰的方法

1.2金属离子置换修饰的作用

2 大分子结合修饰

2.1大分子结合修饰的方法

2.2大分子结合修饰的作用

3 酶分子的侧链基团修饰

4肽链有限水解修饰

5核苷酸链剪切修饰

6氨基酸置换修饰

7核苷酸置换修饰

8物理修饰

9酶分子修饰的作用

**【重点和难点】**金属离子置换修饰 **大分子结合修饰、氨基酸置换修饰**

第十三章 酶的固定化

**【教学目的】**

理解与掌握酶的固定化方法（吸附法、包埋法、共价偶联法、交联法的基本概念、制备技术及特点）及原理，了解固定化酶研究的意义及固定化酶的应用。

**【教学内容】**

1 酶的固定化方法

2 固定化酶的特性

3固定化酶的应用

**【重点和难点】：**酶固定化方法及固定化酶性质

第十四章酶的非水相催化

**【教学目的】**

了解目前酶的非水相催化的研究趋势与进展，掌握有机介质催化的几种体系及有机介质对酶催化性质的影响，了解酶非水相催化的应用。

**【教学内容】**

1酶非水相催化的主要内容

1.1有机介质中的酶催化

1.2气相介质中的酶催化

1.3超临界流体介质中的酶催化

1.4离子液介质中的酶催化

2有机介质中水和有机溶剂对酶催化反应的影响

2.1有机介质反应体系

2.2水对有机介质中酶催化的影响

2.3有机溶剂对有机介质中酶的影响

3 酶在有机介质中的催化特性

3.1底物专一性

3.2对应体的选择性

3.3区域选择性

3.4键选择性

3.5热稳定性

3.6 PH特性

4、有机介质中酶催化反应的应用

**【重点和难点】：**

1有机介质中水和有机溶剂对酶催化反应的影响

2酶在有机介质中的催化特性。

第十五章 酶反应器

**【教学目的】**

了解酶反应器的不同类型及其特点。掌握不同酶反应器的特性和适用范围；掌握酶反应器型式的选择。

**【教学内容】**

1 酶反应器的类型

1.1搅拌罐式反应器

1.2填充床式反应器

1.3流化床反应器

1.4鼓泡式反应器

1.5膜反应器

1.6喷射式反应器  
 2酶反应器的选择

2.1根据酶的反应形式选择反应器

2.2根据反应动力学性质选择反应器

2.3根据底物或产物的理化性质选择反应器

2.4其他影响因素

3 酶反应器的设计

3.1确定酶反应器的类型

3.2确定反应器的制造材料

3.3进行热量衡算

3.4进行物料衡算

4 酶反应器的操作

4.1酶反应器操作条件的确定及其调控

4.2酶反应器操作的注意事项

**【重点和难点】**

1不同酶反应器的特性和适用范围

2酶反应器型式的选择

第十六章 酶的应用

**【教学目的】**

了解酶在食品、医药、轻工和化工、环境保护及生物技术等方面的应用。

**【教学内容】**

1 酶在医药方面的应用

1.1酶在疾病诊断方面的应用

1.2酶在疾病预防和治疗方面的应用

1.3酶在药物制造方面的应用

2酶在食品方面的应用

2.1酶在食品保鲜方面的应用

2.2酶在食品生产方面的应用

2.3酶在食品添加剂生产方面的应用

2.4改善食品的品质和风味

3酶在轻工业、化工方面的应用

3.1酶在原料处理方面的应用

3.2酶在轻工、化工产品制造方面的应用

3.3加酶增强产品的使用效果

4酶在环境保护方面的应用

4.1酶在环境监测方面的应用

4.2酶在废水处理方面的应用

4.3酶在可生物降解材料开发方面的应用

5酶在环境保护方面的应用

5.1酶在除去细胞壁方面的应用

5.2酶在大分子切割方面的应用

5.3酶在分子拼接方面的应用

**【重点和难点】**了解酶在轻工、食品、医药的应用

四、考核成绩分配比例

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 平时成绩 | | 期末成绩 |
| 作业 | 实验 |
| 10 % | 30 % |
| 40 % | | 60 % |

五、教材和参考资料

**1建议使用教材：**

1.1曹军卫、马辉文、张甲耀主编，《微生物工程》,2016，科学出版社

1.2郭勇编著，酶工程（第三版），2009，科学出版社

**2教学参考书：**

2.1袁勤生、赵键主编，酶与酶工程，2006，华东理工大学出版社

2.2张今主编，进化生物技术-酶定向分子进化，2004，科学出版社

2.3徐岩主编,《发酵工程》， 2011,高等教育出版社，

2.4[陈必链](http://search.360buy.com/Search?book=y&keyword=陈必链)编,《微生物工程》，2010, [科学出版社](http://www.360buy.com/publish/科学出版社_1.html)

2.5余龙江主编, 发酵工程原理与技术应用,2008,化学工业出版社，

张飞雄主编，《普通遗传学》（第二版），科学出版社，2010年。

**说明**

在教学方法上采取课堂讲授为主，辅以多媒体课件、课堂提问、课后习题、等，以加强学生对理论知识的消化和理解，在教学过程应注意启发学生的思维，培养学生发现问题和解决问题的能力。

执行本大纲应注意的事项：本课程需要在理论教学的同时，配合生产实践的实习、实验的实践环节，也要求学生建立实际生产的概念，在参观实习和社会实践中巩固本课程的教学效果，学生必须利用实验、参观、实习、社会实践等机会，培养分析问题和解决问题的能力。

执笔人：张少平 审核人：段志芳