**\_发酵工程\_\_课 程 指 南**

1. **课程信息**

**课程编号：**2406014002   **中文：** 发酵工程  **英文：**Fermentation Engineering

**二、开课学院（系）、系（教研室）：** 药学院生物制药教研室

**三、学时学分：学分：**2.0； **总学时：**54； **理论学时：**36；**实验或实践学时：**18。

**四、授课适应对象：** 生物制药专业

**五、课程基本内容简介：**

发酵工程利用生物技术对微生物进行质的改造，或构建出微生物原来不具有的新性状的菌株。现代的发酵工程不仅涉及菌体生产和代谢产物的发酵生产，还涉及微生物机能的利用，主要内容包括菌种的选育，发酵条件的优化与控制，反应器的设计及产物的分离、提取与精制等。通过本课程的学时，使学生在微生物学、生物化学等课程的基础上，系统的掌握发酵工程的基本理论、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，同时能够了解现代发酵工程理论和技术的新发展。

**六、教学目标（**知识目标与技能目标简单概括课程开设的总体目标，思政目标结合融入专业的思政元素设置**）**

**1.知识目标**

通过本课程的学时，使学生在微生物学、生物化学等课程的基础上，系统的掌握发酵工程的基本理论、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，同时能够了解现代发酵工程理论和技术的新发展。

**2.技能目标**

学生学习本课程以后，应当掌握生产菌种的选育、发酵培养条件涉及和发酵工程学的基本知识和基本技能，了解现代生物工程技术的发展与应用情况，熟悉发酵工艺控制和发酵常务分离纯化技术，具备一定的发酵生产工程技能。

**3.思政目标**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **融入章节** | **专业知识点** | **思政元素点** | **思政目标** |
| 1 | 第一章  绪论 | 发酵工程的发展简史 | 酱油是中国的传统发酵产品，我国古代人民在三千年前就已经开始酿造酱油，并将此发明传向全世界 | 激发学生的民族自豪感、民族自信，增强学生的爱国情怀，学习先辈的创新精神，勇于探索 |
| 2 | 第二章  发酵工业菌种 | 发酵工业菌种的选育 | 并非所有的微生物都适合发酵工业使用，通过生物技术选育出来的品质特性优良的微生物才能用于发酵生产，列举中国科学家在生物工程领域的主要贡献，比如华裔科学家张锋对于基因修饰技术CRISPR-Cas9在真核细胞中的应用研究 | 引导学生以这些科学家为榜样，努力学好知识，提高技能，积极进取，同时引导学生注重科研诚信，遵守职业道德 |
| 3 | 第三章  发酵培养基设计与优化 | 发酵培养基组成及其来源 | 工业生产培养基规模大，可以使用农副产品、工业下脚料、废弃物等作为发酵的培养基 | 培养学生节约资源和资源综合利用的意识 |
| 4 | 第四章  无菌原理与技术 | 发酵工业污染危害及其防治 | 可以利用发酵技术治理生活污水、工业废水、农业废弃物等，实现发酵技术在环保方面的应用，清洁生产是未来发酵技术发展的趋势之一 | 引导学生树立现代环保意识和可持续发展观，培养学生的社会责任心和生物安全意识，重视环境保护与资源综合利用 |
| **5** | 第六章 发酵动力学 | 发酵动力学-Monod方程 | 发酵动力学是生产需要推动发展的，最终服务于工业生产。引入实际案例，比如华北制药集团徐亲民教授在青霉素生产中建立发酵动力学模型，以此为依据对生产进行优化大幅度提高生产效率、降低生产成本造福社会 | 为学生树立爱岗敬业的榜样，强调发酵动力学的应用价值，增强职业认同感 |
| **6** | 第七章 发酵过程氧的供需 | 发酵体系中氧的传递 | 氧的传递要历经多个过程，受到重重阻力，由气泡到达细胞内的具体位置被消耗利用 | 激励学生为达到目标，要有不畏艰难，勇往直前的精神 |
| **7** | 第九章 发酵过程放大 | 发酵罐的设计与放大 | 发酵罐的搅拌器对传质传热及氧的溶解极为重要，国内众多相关专家也在致力于解决发酵罐行业瓶颈问题。在2021年研发了一种易更换发酵材料的立式发酵罐，方便在更换发酵材料过程中拆卸安装，降低了操作环节的难度，提升了更换作业的速度，有利于缩短发酵前进行准备工作的时间 | 培养学生锤炼精品的工匠精神，提高职业道德和修养 |
| 8 | 第十章 发酵过程优化与控制 | 发酵过程的主要影响因素及其控制 | 发酵过程中受到多种因素的影响，包括温度、pH、溶解氧等等，对于发酵过程的优化要考虑要多方面综合分析 | 培养学生多角度看待问题，每一个因素都是事物发展中的重要因素，使学生认识到合作精神的重要性 |
| 9 | 第十二章 发酵工程的典型应用 | 发酵工程在医药领域中的典型应用 | 引入青蒿素案例，讲授屠呦呦的科研事迹，阐明中医药发展的新方向 | 激发增强学生的民族自豪感和自信心，深刻领会攻坚克难的重要性 |

**七、主要教学方法：**

利用板书、多媒体等图文结合的手段辅助教学，采用启发式、提问式教学方法

1. **参考教材（名称、主编、出版社、出版时间）：**
2. **主要教材：**

《发酵工程原理与技术》，宋存江主编，高等教育出版社，2014

《发酵工程原理与技术》，余龙江主编，高等教育出版社，2021

《发酵工程实验教程》，贾士儒/宋存江 主编，高等教育出版社，2016

**（二）主要参考资料：**

《发酵工程》，韦革宏主编，科学出版社，2021

《发酵工程实验技术》，陈坚/堵国成/刘龙 主编，化学工业出版社，2013

《发酵工程原理与技术》，陈坚/堵国成 主编，化学工业出版社，2012

1. **教学学习资源或平台：**
2. 发酵工程\_华中科技大学\_中国大学MOOC(慕课)

<https://www.icourse163.org/course/HUST-1206584803?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcssjg_>

1. 微生物发酵工程\_南开大学\_学习通
2. 发酵工程\_华东理工大学\_学习通

**十、考核方式：**

以期末考试（70%）+ 平时成绩（10%）+ 实验成绩（20%）给予期末总评。其中期末考试部分采取闭卷考试的形式。平时成绩主要包括出勤、课堂提问和测验等内容。

考试成绩由学校教学系统提供给学生，成绩分析与评价结果通过课程微信群或班级微信群向学生反馈。

**附表：教学计划表（在相应的表格内填写教学学时数）**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **学习内容** | **理论学时** | **实验学时** | **是否自主学习内容（学时）** |
| **1** | 第一章 绪论 | 2 |  | 否 |
| **2** | 第二章 发酵工业菌种 | 2 |  | 否 |
| **3** | 第三章 发酵培养基设计与优化 | 3 |  | 否 |
| **4** | 第四章 无菌原理与技术 | 2 |  | 否 |
| **5** | 第五章 种子扩大原理与技术 | 4 |  | 否 |
| **6** | 第六章 发酵动力学 | 6 |  | 否 |
| **7** | 第七章 发酵过程氧的供需 | 2 |  | 否 |
| **8** | 第八章 发酵设备 | 3 |  |  |
| **9** | 第九章 发酵过程放大 | 2 |  | 否 |
| **10** | 第十章 发酵过程优化与控制 | 4 |  | 否 |
| **11** | 第十一章 动、植物细胞的发酵工程 | 4 |  |  |
| **12** | 第十二章 发酵工程的典型应用 | 2 |  | 否 |
| **13** | 菌种的选育与活化 |  | 4 | 否 |
| **14** | 培养条件优化实验及种子液的制备 |  | 4 | 否 |
| **15** | 发酵培养与过程控制 |  | 6 | 否 |
| **16** | 发酵产物的提取 |  | 4 | 否 |
| **17** | 发酵产物的检测及活性鉴定 |  | 4 | 否 |