

《生物发酵技术》课程标准

课程代码：021309

学时学分数：48 学时其中理论：20；实训：28，学分：3

适用专业：生物制药技术

一、课程性质及定位

生物发酵技术是生物制药技术专业的一门必修的职业核心能力课程。本课程主要面向微生物制药企业，从事培养基加工工、菌种培育工、微生物发酵工、微生物发酵灭菌工、发酵液提取分离工、发酵药物精制工、生化药品提取工等生物制药岗位群的工作。

本课程是在学生学习了生物化学、微生物基础、生物制药设备等课程后开设的，通过本课程的学习，使学生掌握发酵的基本原理，认识菌种选育、保藏与培养的方法、发酵过程工艺条件优化。学习青霉素仿真生产软件的操作，对生产阶段分项目、分任务进行单个岗位性的训练，可以使学生掌握一条生产线，一种生物制药产品生产工艺，全面提高学生的综合素质与业务水平。

二、课程设计思路

本课程以生物制药技术专业学生的就业为导向，根据生物制药技术专业所涵盖的岗位群进行的任务分析设定的学习领域，根据青霉素仿真生产选择学习情境，根据职业能力选择学习内容。

根据青霉素仿真生产，本学习领域内容涉及到发酵绪论、菌种选育保藏与培养、发酵工艺条件优化、发酵工程动力学、发酵工程单元

操作、发酵工程各论和青霉素仿真生产等学习情境，每个学习情境的学习都分别以青霉素生产为载体来设计，以青霉素生产为中心整合理论与实践的结构，实现理论知识与实践技能的有机统一。

三、课程目标

本课程主要学习发酵的基本原理，菌种选育、保藏与培养的方法、发酵过程工艺条件优化、发酵工程动力学、发酵工程单元操作、发酵工程各论。通过本课程的学习，使学生掌握发酵罐使用、空罐及实罐灭菌等发酵基本技术。为以后从事本专业的学习和工作，提供必要的知识和能力准备。

1. 知识目标

- (1) 掌握发酵产物的类型。
- (2) 掌握菌种选育、保藏与培养方法。
- (3) 掌握发酵工艺条件优化。
- (4) 掌握发酵工程单元操作。
- (5) 了解各类发酵产品生产工艺。

2. 能力目标

- (1) 掌握菌种选育、保藏与培养技术。
- (2) 掌握培养基的配制方法。
- (3) 掌握培养基和设备的灭菌方法。
- (4) 掌握空气除菌和溶氧控制。
- (5) 掌握青霉素仿真生产。

3. 素质目标

- (1) 具备良好的职业道德品质。
- (2) 培养科学严谨，实事求是的工作作风和创新精神。

四、课程项目设计

序号	项目 (章节)	任务	教学内容	学时	
				理论	实践
1	项目一 发酵绪论	任务 1	认识发酵	2	
2	项目二 菌种选育、保藏与培养	任务 1	菌种选育、保藏与培养	2	
3	项目三 发酵工艺条件优化	任务 1	发酵培养基制备	2	
		任务 2	菌种生长条件	2	
		任务 3	菌种扩大培养	2	
4	项目四 发酵工程动力学	任务 1	认识发酵工程动力学	2	
5	项目五 发酵工程单元操作	任务 1	培养基和设备灭菌	2	
		任务 2	空气除菌与溶氧	2	
6	项目六 发酵工程各论	任务 1	了解各类发酵产品生产工艺	4	
7	项目七 青霉素仿真生产	任务 1	空罐灭菌		2
		任务 2	实罐灭菌		2
		任务 3	正常发酵及出料		4
		任务 4	发酵参数控制		4
		任务 5	青霉素发酵工艺		4
		任务 6	发酵液预处理		2
		任务 7	萃取及反萃取		2
		任务 8	脱色、结晶干燥		2
		任务 9	青霉素提取工艺		2

		任务 10	青霉素仿真生产		4
--	--	-------	---------	--	---

五、课程内容及要求

项目 (章节)	教学内容	知识要求	技能要求	素质要求	教学方法	教学环境
项目一 发酵绪论	认识发酵	<ol style="list-style-type: none"> 1. 明确发酵在狭义及广义上的定义。 2. 掌握发酵产物的类型。 3. 了解发酵技术领域的发展。 		<ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握学习方法。 	多媒体教学	多媒体教室
项目二 菌种选育、保藏与培养	菌种选育、保藏与培养	<ol style="list-style-type: none"> 1. 了解工业微生物的常用菌种。 2. 掌握生产菌种的选育。 3. 掌握菌种的保藏方法。 4. 了解菌种退化与复壮。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握微生物的诱变育种。 2. 掌握菌种保藏技术。 3. 学会菌种的接种、分离纯化与培养。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 了解科学试验的方法。 2. 掌握基本的技能。 	多媒体教学	多媒体教学
项目三 发酵工艺条件优化	发酵工艺条件优化	<ol style="list-style-type: none"> 1. 了解工业微生物发酵培养基的主要成分及作用。 2. 了解培养基的类型及选用原则。 3. 掌握发酵工艺的基本原理。 4. 熟悉发酵工艺确定的参数要求。 5. 掌握菌种扩大培养。 6. 掌握发酵终点的判断方法。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握培养基的配制方法。 2. 掌握发酵工厂化生产放大对发酵工艺的不同要求。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 具有查阅资料的能力。 2. 严谨的工作态度。 	多媒体教学	多媒体教学

项目四 发酵工程动力学	认识发酵工程动力学	<ol style="list-style-type: none"> 1. 了解发酵工程动力学。 2. 掌握微生物菌体生长的动力学。 3. 了解微生物产物生成的动力学。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 发酵工程动力学的应用。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 具有查阅资料的能力。 2. 严谨的工作态度。 	多媒体教学	多媒体教室
项目五 发酵工程单元操作	掌握发酵工程单元操作	<ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握培养基的灭菌方法。 2. 掌握设备和管道的灭菌方法。 3. 掌握空气除菌的方法。 4. 了解氧的供需与传递。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能够对培养基进行灭菌。 2. 能够对设备和管道进行灭菌。 3. 能够制备无菌空气。 4. 能够控制溶氧。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 具有查阅资料的能力。 2. 严谨的工作态度。 	多媒体教学	多媒体教室
项目六 发酵工程各论	了解各类发酵产品生产工艺	<ol style="list-style-type: none"> 1. 了解酒精、氨基酸生产工艺。 2. 了解抗生素、微生物酶制剂生产工艺。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 认识各类发酵产品的主要生产工艺。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 具有查阅资料的能力。 2. 严谨的工作态度。 	多媒体教学	多媒体教室
项目七 青霉素仿真生产	空罐灭菌		<ol style="list-style-type: none"> 1. 正确进行空罐灭菌操作。 2. 掌握空罐灭菌的技术要求。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 按操作规程进行操作。 	实操	机房
	实罐灭菌		<ol style="list-style-type: none"> 1. 正确进行实罐灭菌操作。 2. 掌握实罐灭菌的技术要求。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 按操作规程进行操作。 	实操	机房

	正常发酵及出料		<ol style="list-style-type: none"> 1. 正确完成青霉菌发酵培养操作。 2. 发酵结束，青霉菌和青霉素浓度达到规定要求。 3. 正确完成出料操作。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 具有良好的职业素质。 2. 培养团结协作精神。 	实操	机房
	发酵参数控制	1. 充分认识各项发酵参数的意义。	1. 正确合理控制发酵参数。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握正确的方法。 2. 培养团结协作精神。 	实操	机房
	青霉素发酵工艺		<ol style="list-style-type: none"> 1. 正确完成完整的青霉素发酵工艺操作。 2. 出料时，青霉菌和青霉素浓度达到规定要求。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 具有良好的职业素质。 2. 培养团结协作精神。 	实操	机房
	发酵液预处理	1. 掌握各种所加物质的作用。	1. 正确进行发酵液预处理操作。	1. 具有良好的职业素质。	实操	机房
	萃取及反萃取	1. 掌握萃取原理。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 正确进行萃取与反萃取操作。 2. 正确合理控制萃取与反萃取参数。 3. 正确分离萃取液。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 培养创新精神。 2. 按操作规程进行操作。 	实操	机房

	脱色、结晶干燥	1. 掌握脱色原理。 2. 掌握各种所加物质的作用。	1. 正确进行脱色操作。 2. 正确进行结晶、抽滤、洗涤、干燥操作。 3. 正确合理控制结晶参数。 4. 结晶质量达到规定要求。	1. 培养创新精神。 2. 按操作规程进行操作。	实操	机房
	青霉素提取工艺		1. 正确完成完整的青霉素提取工艺操作。 2. 结晶质量达到规定要求。	1. 掌握生产工艺。 2. 按操作规程进行操作。	实操	机房
	青霉素仿真生产		1. 正确完成青霉素的仿真生产工艺流程。 2. 各项生产指标达到规定要求。	1. 掌握生产工艺。 2. 按操作规程进行操作。	实操	机房

六、教学方法设计

本课程由教师讲述或演示发酵技术的要点，然后提出工作任务，进入模拟软件，学生分组进行青霉素仿真生产，完成任务后，先由学生进行自评，再由教师给予纠正或肯定。教学过程中，每一个学习情境都要以青霉素仿真生产为载体，教师应积极培养学生参与社会实践的创新精神和职业能力。

七、教学考核要求

《生物发酵技术》课程考核内容及分值比例一览表

序号	教学模块	考核方式	考核项目	考核标准	比例
课程成绩	课堂提问、作业	随堂随机考核、批改作业	每次理论或实训课课前对上一堂课程的内容进行回顾	五分制/次	10%
	实验实训	分组考核	依据每个实训项目的完成情况考核	十分制/项目	40%
	期末考核	独立考核	依据专业教学计划安排,实行期末考核	百分制	50%

八、教材、教学资源的开发利用

1. 主要教材与教学参考书

谢梅英, 别智鑫. 发酵技术. 北京: 化学工业出版社, 2007.

吴梧桐. 生物制药工艺学. 北京: 中国医药科技出版社, 2006.

徐清华. 生物工程设备. 北京: 科学出版社, 2004.

刘振宇. 发酵工程技术与实践. 上海: 华东理工大学出版社, 2007.

李艳. 发酵工程原理与技术. 北京: 高等教育出版社, 2007.

2. 青霉素生产仿真软件

青霉素生产使用手册 东方仿真技术有限公司主编

3. 实训条件

校内生产性实训基地——生物制药实训中心。

九、教学条件建议

序号	实验实训场所名称	基本配置要求	功能说明
1	生物制药实训中心	高压灭菌锅、电热恒温鼓风干燥箱、电子天平、酸度计、恒温摇床、双面超净工作台、双目生物显微镜、霉菌培养箱、生化培养箱、紫外-可见分光光度计、小型发酵罐（5L, 10L）、配套的无油空压机、纯蒸汽发生器	发酵工艺技术实训

2	机房	电脑、青霉素仿真生产软件	软件操作
---	----	--------------	------

十、师资条件建议

任课教师应进行了微生物学、发酵工程、生物制品、生物技术等专业的学习，掌握发酵工程类生物医药企业的主要生产技能。

本课程的教学团队年轻化，主要由校内“双师”教师和企业兼职教师组成体现高等职业教育职业性、实践性的特点。其中高级职称教师 1 人，中级职称教师 2 人，初级职称教师 2 人。