

生物工程辅修 专业人才培养方案

学科门类：工学 专业代码：083001

一、培养目标

本专业培养德智体美劳全面发展，具备良好的人文素养与品德修养、沟通能力与协作精神、创新能力和国际视野，适应社会、经济以及生物工程相关领域的发展需求，能够在生物制造、生物制药等领域及相关产业从事工程设计与生产、技术开发和服务、科学研究与应用、生产组织与管理等方面工作，能解决复杂生物工程问题的高素质应用型工程技术人才。

学生具备以下职业能力：

- （1）能够运用数学、自然科学、工程基础以及专业知识分析和解决复杂生物工程问题、开展工程研究；
- （2）具备较强的实践能力和终身学习能力；
- （3）德智体美劳全面发展，具备良好的人文素养与品德修养、沟通能力与协作精神、创新能力和国际视野，成为社会主义事业合格建设者和可靠接班人；
- （4）在工程实践中能够自觉遵守职业道德，熟悉生物工程领域法律法规、国家标准和行业规范，具有社会责任感。

二、毕业要求

毕业生应获得以下几方面的知识和能力：

- （1）工程知识：能够应用数学、自然科学、工程基础、生物工程专业等领域的基本理论与方法用于表述、分析和解决生物制造、生物制药等领域及相关产业中的复杂工程问题；
- （2）问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学等学科的基本原理，结合专业知识，识别、表达、分析生物制造、生物制药等领域及相关产业复杂工程问题，并通过文献研究、试验、数学建模等方法，分析评判主要的影响因素，寻求潜在的解决方案，得到有效结论；
- （3）设计/开发解决方案：能够针对生物制造、生物制药等领域及相关产业涉及的复杂工程问题设计与开发满足特定需求和技术指标的单元部件、系统或工艺流程，并能够在设计环节中体现创新意识，综合考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等因素；
- （4）研究：能够应用数学、自然科学、生物工程等领域的科学原理，采用设计实验、开展实验、分析与解释数据、数学建模等科学方法，对生物制造、生物制药等领域及相关产业复杂工程问题进行研究，并通过条件假设、数据提炼、信息综合等方法得到合理有效的结论；
- （5）使用现代工具：能够针对生物制造、生物制药等领域及相关产业复杂工程问题，在生物工艺设计、开发、生物工艺优化中选择与使用恰当的技术、资源、现代工具和信息技术工具，开展关键对象的定性定量分析、过程预测与模拟，并能理解选用技术与工具的局限性；
- （6）工程与社会：能够基于生物工程相关背景知识进行合理分析，评价生物制造、生物制药等领域及相关产业工程实践和复杂工程问题解决对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任；
- （7）环境和可持续发展：能够基于生物工程、人文社会科学以及标准管理体系的相关背景知识，理解和评价针对复杂生物工程问题解决过程中的专业工程实践对环境、社会可持续发展的影响；
- （8）职业规范：具有人文社会科学素养、社会责任感，树立和践行社会主义核心价值观，并在生物工程实践中，理解并遵守工程师的职业道德和规范，履行责任；
- （9）个人和团队：能够在多学科背景下的团队中，承担个体、团队成员或者负责人的角色，并有效地开展工作；
- （10）沟通：能够在生物工程领域的工程实践中，就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告、设计文稿、陈述发言、回应指令，并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行基本的沟通和交流；
- （11）项目管理：能够在生物制造、生物制药等领域及相关产业的工程实践中，理解与掌握工程管理原理与经济决策的方法，并能在多学科环境中应用；
- （12）终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习新知识、新技术和适应生物工程产业迅速发展的执业能力。

三、专业特色

生物工程专业通过掌握生物技术及其产业化的科学原理、工艺技术过程和工程设计等基础理论，基本技能，能在生物技术与工程领域从事设计生产管理和新技术研究、新产品开发的工程技术人才。学生培养从专业能力和职业需求出发，注重实践教学环节。生物工程专业适用面广，易转专业，可以进一步学习上游的生命科学，也可以学习下游的实用工程学科。就业领域广泛，可以在制药、食品、环保、商检、新能源、饮料、化妆品、医疗等部门及高校或科研院所从事科研、

四、主干课程及主要实践性教学环节

主干课程：有机化学、普通生物学、细胞生物学、生化反应工程、生物化学、微生物学、分子生物学与基因工程、化工原理、生物分离工程、生物工程分析与检验、发酵工厂设计概论、环境生物技术等。

主要实践性教学环节：生物化学实验（1学分/32学时）、微生物学实验（1.5学分/48学时）、分子生物学与基因工程实验（0.5学分/16学时）、生物工程分析与检验实验（1学分/32学时）发酵工厂设计概论上机（0.5学分/16学时）、发酵工厂设计概论课程设计（1学分/1周）、生物工程与设备（0.5学分/16学时）、生物工程与设备课程设计（1学分/1周）、生物工程专业综合实验（4学分/4周）、毕业论文（8学分/8周）等。

五、毕业学分要求及学分学时分配

项目	准予毕业	专业基础必修课	专业基础选修课	专业必修课	专业选修课	集中性实践环节
要求学分	70	35.0	7	13	7	8

六、修读要求

1. 修业年限与授予学位

修业年限：3年

2. 毕业标准与要求

毕业最低学分：70学分

七、指导性教学计划进程安排

课程类别		课程名称	课程编码	学分	总学时	课内学时			课外学时	考核方式	开课学期
						讲课	实验	上机	实践自学		
专业基础课		工程制图 (Engineering Drawing)	B013003	3	56	40		16		考试	4
		化工原理III（Principles of Chemical Engineering III）	B043016	4.5	80	64	16			考试	4
		无机及分析化学 (inorganic and analytical chemistry)	B043010	4	64	64				考试	3
		概率论与数理统计 II（Probability theory and mathematical statistics II）	B113124	2.5	40	40				考试	4
		物理化学 II (physical chemistry 2)	B043014	4	64	64				考试	3
		电工学II（ Electrical Engineering II）	B023431	2.5	48	32	16			考试	4
		普通生物学（General Biology）	B963102	3	64	32	32			考试	4
		细胞生物学 II (Cell Biology II)	B963101	3	64	32	32			考试	4
		生物化学(Biochemistry)	B954303	3.5	56	56				考试	3
		生物化学实验(Biochemistry experiment)	B954304	1	32		32			考查	3
		微生物学(Microbiology)	B964101	2.5	40	40				考试	4
		微生物学实验 (Microbiology experiment)	B964102	1.5	48		48			考查	4
		小计		35							
	选修课	微生物代谢控制发酵 (Microbial Metabolism and Fermentation Control)	B968101	1.5	24	24				考试	3
		微生物遗传与育种学(Microbial Genetics and Breeding)	B968104	2	40	24	16			考试	3
		生物工程与设备(Bioengineering and Equipment)	B965117	3.5	64	48		16		考试	4
		最低选修学分		7							
专业课	必修课	生物分离工程(Bioseparation engineering)	B964104	2	32	32				考试	3
		生物工程分析与检验(Analysis and Determination of Bioengineering)	B964105	2	48	16	32			考试	5
		发酵工厂设计概论(Introduction to Design of Fermentation Factory)	B964106	2.5	48	32		16		考试	6
		分子生物学与基因工程(Molecular biology and genetic engineering)	B964103	2.5	48	32	16			考试	5
		生物反应工程（Biological Reaction Engineering）	B964110	2	32	32				考试	4
		发酵工程（Fermentation Engineering）	B964112	2	32	32				考试	4
		小计		13							
	选修课	氨基酸工艺学 (Technology of Amino Acids)	B965102	1.5	24	24				考试	5
		有机酸工艺学(Technology of Organic Acids)	B965103	1.5	24	24				考试	6
		酒类工艺学(Brewing Technology)	B965105	3.5	56	56				考试	5
		微生物制药工艺学(Microbial Pharmaceutical Technology)	B965107	2	32	32				考试	5
		食品营养与安全(Food Nutrition and Safety)	B966102	1.5	24	24				考试	5
		食品感官品评(Food Sensory Evaluation)	B966122	2	48	16	32			考试	5
		最低选修学分		7							
		毕业设计（论文）	B967106	8	8周						
合计				70.0							

八、课程介绍及修读指导建议

课程名称	课程介绍	修读指导建议
微生物代谢控制发酵	微生物代谢控制发酵是发酵生理学的重要部分，是生物工程的重要专业选修课。它是利用遗传学或其它生物化学的方法，人为地在脱氧核糖核酸（DNA）的分子水平上，改变和控制微生物的代谢，使有用的代谢产物大量生成、积累的发酵技术。本课程从一个侧面提示了科学发展和前言领域的研究方向，较好地满足了生物领域学科本科生的学习发展需要，同时合理的学时安排和精心设计的授课都会把知识巧妙串联，力求让同学们在学习时融会贯通。另外，本课程的相关知识和引述都丰富了同学们在专业领域的视野，为同学们以后从事与本课程相关的工作打下了坚实的基础。	先修课程：生物化学、微生物学

分子生物学与基因工程	《分子生物学与基因工程》主要介绍核酸、蛋白质等生物大分子形态、结构与功能；细胞体内DNA复制转录表达和调控等生命过程；介绍一系列克隆载体和相应的表达系统的构建、工具酶的发现和开发及基因技术的研究；细胞体外通过工具酶和基因操作技术进行基因克隆，并通过载体进行异源表达；基因工程在各领域的应用。	先修课程：生物化学、微生物学、细胞生物学
微生物遗传与育种学	微生物遗传学是讲授微生物遗传物质、遗传规律及其微生物育种的课程，其教学分为理论课和实验两个部分，理论课教学共24个学时，教学内容分为基本理论、原核和真核微生物遗传、微生物育种等三个章节；实验教学为紫外诱变育种-绘制细胞死亡率和突变率曲线。 通过本课程的学习：1、从遗传的角度，加深对微生物的认知；2、使学生能够掌握微生物育种的主要方法及相关机理，掌握微生物育种的工作流程和策略，为今后的工作和专业深造奠定基础。	先修课程：无机及分析化学、有机化学、物理化学、化工原理、生物化学
生物分离工程	生物分离工程是生物工程、酿酒工程和生物技术专业重要的专业必修课，重在培养学生的工程应用能力与专业技术能力。生物产品分离起始材料具有浓度稀，成分复杂，不稳定等特点，而生物产品质量要求却很高。这就对生物分离方法及工艺提出很高要求，现有的生物分离方法包括生物大分子和小分子的分离纯化。生物分离方法多种多样，同一产品可用不同方法进行分离，一种方法亦可分离多种产品。对某一具体的产品，在分离工艺上有多种选择。本课程的目标是通过理论和实践训练，让学生掌握分离纯化的基本原理，并能在实践中加以应用，提高分析问题和解决问题的能力。课程同时结合基本原理适当向学生介绍学术前沿进展，使学生了解生物分离工程规模化，集成化，极端条件分离及分子水平分离等发展方向，掌握生物分离工程中出现的新技术和发展趋势。	先修课程：无机及分析化学、生物化学、物理化学、化工原理
生物工程分析与检验	《生物工程分析与检验》是建立在分析化学、无机化学、有机化学和现代仪器分析等学科基础上的一门综合性、实践性的学科，其基本任务是依据物理化学、生物化学的一些基本理论和运用各种科学技术，掌握生物工程行业中有关原料、辅助材料、半成品、成品以及副产品的质量进行检验的方法，以保证生产出质量优良的产品。 通过本课程的学习，使学生充分理解生物工程分析与检验的的基本原理和方法、分析指标及常用的仪器和设备。理论结合实践，进行大量的实验操作训练，与其他专业课程相互补充，是大学生将来从事科研或生产工作必须具备的技能。	先修课程：无机及分析化学、仪器分析、生物化学、微生物学
氨基酸工艺学	氨基酸工艺学”是一门新型发酵的技术科学，以探讨氨基酸发酵工厂的生产技术为主要目的。氨基酸发酵工艺学是面向生物工程专业开设的一门专业必修课，通过本课程的学习，使学生能运用已学过的微生物学、生物化学、化工原理和分析化学等基础知识，进一步深化与提高，来认识与解决氨基酸发酵工业生产中的具体问题如淀粉水解糖的制备、谷氨酸产生菌及其扩大培养、谷氨酸发酵机制、谷氨酸发酵控制、噬菌体与杂菌的防治、谷氨酸的提取和谷氨酸制味精等；掌握选育氨基酸生产菌的基本原理，氨基酸代谢与代谢控制发酵的基本理论、发酵控制的关键及分离精制氨基酸的一般原理与方法，调节机制与发酵工艺，国内外研究进展，从而使使学生具有选育新菌种、探求新工艺、新装备和从事氨基酸发酵研究等从事氨基酸新产品研究开发与管理生产工艺的基本素质和能力。	先修课程：生物化学、微生物学、化工原理
有机酸工艺学	本课程系统地介绍了工业化的有机酸：柠檬酸、乳酸、醋酸、葡萄糖酸、衣康酸、苹果酸等的发酵工艺理论和生产技术，内容包括这些有机酸的发酵简史、主要理化性质、生物合成机理、发酵微生物、发酵工艺、提取工艺、主要设备、杂菌污染的防治、产品质量规格与检验方法，以及副产物的利用等。课程的宗旨是基础理论与实用技术相结合，侧重于实用性。结合新型有机酸种如：丙酮酸、丙酸、 α -酮戊二酸等的菌种构建，阐述新型有机酸种类的开发现状和模式。	先修课程：工业微生物、生物化学
生物工程与设备	生物工程与设备是生物工程专业的一门主干课程，是专业必修课。通过本课程的学习，了解有关设备的构造及工作原理，运用所学的基本原理和相关课程知识，掌握非标设备的设计和通用设备的选型，并能对原有设备进行合理的改造，使生产达到稳定、提高效率、降低操作费用、便于操作、维修简便之目的。	先修课程：微生物学、生物化学、化学工程（化工原理）
酒类工艺学	本课程为生物工程专业的一门必修专业课。本课程是应用物理学、无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、化工原理、生物化学、微生物学、基因工程等课程的原理和方法进行啤酒、葡萄酒、黄酒、酒精及白酒制造，并研究其制造原、辅料的特性、选择与应用；原辅料预处理；啤酒、葡萄酒、黄酒、酒精及白酒生产机理、啤酒澄清及过滤工艺及操作；研究啤酒、葡萄酒、黄酒、酒精及白酒生产原、辅料、工艺与其产品的性质、质量之间的相互关系的一门学科。它是理论与实践的结合、应用与深化。通过本课程的学习，可学生的拓宽知识面，增强学生发现问题、分析问题、解决问题能力及具备进行不合理制备工艺的改造、设计和开发新产品的能力。 本课程教学内容主要包括：啤酒工艺、葡萄酒工艺、黄酒工艺、酒精工艺及白酒工艺。	先修课程：物理学、无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、化工原理、生物化学、微生物学、基因工程等课程。

微生物制药工艺学	微生物药物是通过微生物培养或者发酵制备的，用于预防、治疗和诊断的一类药物，包括兽药、农药和人药。微生物制药是一种知识密集、技术含量高、多学科高度综合互相渗透的新兴产业。经过三十多年的发展，中国微生物制药产业快速发展，其发展速度和利润增长都高于化学药和中药。目前，全国药品生产企业5100余家，已通过药品GMP认证的企业4800家，其中涉及微生物制药企业400余家。预测未来中国微生物药物年均增长率不低于25%，微生物制药产业发展前景十分广阔。中国微生物制药产业的技术要求和快速发展，需要大批高技能微生物制药的人才作支撑。微生物制药工艺学是讲授各类微生物药物的筛选、发酵、生产、检测及应用的课程。	先修课程：生物化学、生物化学实验、微生物学、微生物学实验、分子生物学与基因工程、生物分离工程、生物工程分析与检验、发酵工厂设计概论
食品营养与安全	食品营养与安全是生物工程本科生的专业选修课程，本课程分为食品营养学与食品安全学两部分。食品营养学的任务是培养学生从营养学的观点出发，掌握食品营养的基本理论和基本技能，了解学科发展方向，结合生产生活实际，合理利用食物资源，改善居民营养状况；注重培养学生对实际食品中的营养状况具体分析的能力，为今后独立工作奠定坚实的基础。食品安全学包括对食品安全的基本概念的介绍、食品中主要危害物的认识，借鉴国际组织、发达国家与地区如美国和欧盟在食品卫生与安全管理中的做法，对如何构建我国食品卫生与安全监督体系适应人们日益增长的食品安全需求进行探索，让学生能对食品安全的基本概念、食品中存在的潜在危害、国内外食品安全现状、食品卫生与安全保障制度有所了解，在生产实践中能够初步识别食品卫生与安全问题，并能够对其进行监督控制。	先修课程：生物化学、微生物学
食品感官品评	《食品感官品评》专门研究食品的感官品质及其评定方法的一门交叉学科，即利用科学客观的方法，借助人类的感官器官(听觉、嗅觉、味觉、视觉)对食品的感官性质进行评定、唤起、测定、分析、解释的学科。本课程强调理论性、实践性及技能性并重，是现代食品科学技术及食品产业发展的重要基础，属于生物工程专业选修课程。其主要任务是使学生对食品感官科学领域有一个较为全面的了解，掌握食品感官分析术语及其基础（即味觉、嗅觉、视觉、听觉的识别），食品感官鉴评对人员、环境等的要求、鉴评方法在实际生产中应用等知识，其主要目的是为了学生在工作中进行新产品开发、产品质量的提高、市场调查、产品质量评优等方面打基础。	先修课程：生物化学、微生物学
普通生物学	《普通生物学》是面向生物工程专业学生的必修课。本门课程主要是讲授植物生物学、动物生物学和微生物生物学有关的知识内容，其目的是让学生了解动物、植物和微生物的形态结构、系统分类、生理生态及其物种多样性等基础知识和基本内容，掌握普通生物学的基本概念、基本研究方法，为生物工程专业学生的专业课学习奠定良好的基础。在《普通生物学》的整个教学过程中，分植物生物学、动物生物学和微生物生物学三部分内容进行授课，每部分讲解内容由简单到复杂、由宏观到微观的主线顺序，讲解植物、动物和微生物生命体的结构、功能，以及与环境相适应的规律。通过《普通生物学》的学习，以期让学生系统而又全面了解整个生物界的发生、发展及演化规律及其应用价值，全面提高学生的专业素质，为深入学习与本课程相关的专业课程奠定了坚实的基础。	先修课程：高中化学；高中生物学
生物工程与设备	生物工程与设备是生物工程专业的一门主干课程，是专业必修课。通过本课程的学习，了解有关设备的构造及工作原理，运用所学的基本原理和相关课程知识，掌握非标设备的设计和通用设备的选型，并能对原有设备进行合理的改造，使生产达到稳定、提高效率、降低操作费用、便于操作、维修简便之目的。	先修课程：微生物学、生物化学、化学工程（化工原理）
发酵工厂设计概论	本课程按照我国现行基本设计程序，系统介绍了生物工程工厂建设项目的建设程序、内容、步骤、方法和原理。重点是发酵工厂和生物制药工厂的工艺设计，并对工艺设计图的表达和绘制要求进行了介绍。本课程突出理论联系实际，通过设计实例帮助学生掌握设计方法和技巧。课程除了传承传统的工厂设计的内容外，还新增了清洁生产工艺设计、项目经济、环境效益评价等内容。本课程的开课对学生的要求是先修完工程制图、AutoCAD、微生物学、生物化学、物理化学和化工原理等基础理论课程，对生物工厂有认识实习等实地参观学习的经历。 本课程的目的是培养学生具备生物工程工厂设计的工程能力和工程素质，结合毕业实习和毕业设计，对能力进行提升，使其走上工作岗位后，能胜任工艺设计工作，课程任务包括了解工厂设计的工作程序、内容、步骤，掌握生物工程工艺设计的理论、方法和有关设计规范，走上工作岗位后，能胜任工艺设计工作。	先修课程：工程制图、AutoCAD、生物化学、物理化学、化工原理
发酵工程	《发酵工程》是生物工程专业人才培养方案的核心专业基础课程。教学内容从微生物培养、发酵原材料处理，发酵过程参数控制和发酵产物提取的整个发酵过程，具有知识点多、设计领域宽泛、基本框架稳定但知识更新发展迅速的特点。课程教学的目的是让学生掌握工业发酵调控的基础理论与方法，能够运用该知识阐述微生物的代谢调节与发酵规律，解释影响发酵过程的各种因素，提高分析工业发酵过程的思维能力与计算能力，为今后的工艺课程奠定必要的基础。	先修课程：生物化学、微生物学