

揭阳职业技术学院
生 物 工 程 系

授 课 教 案

2025-- 2026 学年度第二学期

课程名称 食品微生物学

班 级 食品检验检测技术 251

教 研 室 食品教研室

授课教师 郑燕丹

模块一：微生物学基础					
基本信息					
授课题目	绪论	课程名称	食品微生物学	课程类型	专业基础课
授课学时	2 学 时	授课对象	食品检验检测技术 251、（3+证书）251	授课方式	讲授
教学内容分析					
微生物的概念及特点 微生物学的概念 微生物在自然界中的分布 微生物与人类的关系 微生物学的发展 微生物学及其分支学科 食品微生物及其研究的内容和任务					
学情分析					
1. 知识基础：学生已学习过《无机化学》等基础课程，对微生物有一定的感性认识，例如知道细菌、病毒等概念，但对微生物的分类、结构、功能等缺乏系统了解。对食品检验检测专业有一定的了解，但对食品微生物学的具体内容和学习意义认识不足。 2. 学习兴趣：学生对微生物学这一课程的内容可能存在一定的兴趣，但由于课程内容的抽象性和复杂性，部分学生可能会在学习过程中感到困惑和挫败。 3. 实践能力：高职学生普遍具有较强的动手操作能力，但缺乏实际的实验室操作经验。因此，在实践教学中，需要引导学生逐步掌握实验技能。					
教学目标					
知识目标	1.学习微生物的定义，明确微生物的“小”和“简”的含义;了解原核生物、真核微生物和病毒的区别;知道微生物通常包括的几大类群。 2.与动植物相比，微生物具有明显的、独特的性质;通过比较学习，掌握微生物的五大特性，理解微生物的独特性。 3.通过微生物实训室认知学习，熟悉微生物基础实训室的构成，了解微生物安全防护水平的分级;通过认真学习微生物实训室安全管理规范，牢记微生物实训室安全管理规则。				
能力目标	1.能说出微生物实训室安全管理规则，树立无菌观念与安全防范意识。 2.认识微生物基础实训常见常用的玻璃器皿、仪器和设备，并能正确说出其规格、功能及使用方法。 3.能对微生物基础实训室进行安全隐患排查，并能正确解决其中存在的问题。				

素质目标	通过学习路易斯·巴断德、罗伯特·科赫、沈鼎鸿等学术大家的科研工作经历，建立“善于发现、严谨治学、坚持真理、献身科研”的职业素养。		
思政元素	1. 爱国主义教育：介绍我国微生物学领域的发展历程和杰出科学家。 2. 法治观念：强调微生物学领域的法律法规，培养学生的法治意识。		
教学重难点			
重难点： 微生物五大共性 教学策略： 1. 结合实际案例和生活中的例子，激发学生的学习兴趣； 2. 采用生动的教学手段，如图片、视频、动画等，帮助学生理解抽象的概念； 3. 强化实验操作，培养学生动手能力和实践技能； 4. 注重理论与实践相结合，提高学生的应用能力； 5. 关注学生的情感变化，及时调整教学方法和策略，以提高教学效果。			
教学环节			
任务点一	微生物	教材	P2-6
教师讲解	(一) 微生物的概念 微生物(microorganism)是一类个体微小、构造简单、肉眼不能看见，需借助显微镜才能看清其外形的微小生物。 在大自然中，生活着一类人们看不见的生物，繁华都市、广阔田野、高山之巅、海洋之底，到处都有它们的足迹。它们与植物、动物共同组成了生物大军，使自然界显得生机勃勃。虽然人们对微生物的认识只有几百年的历史，但微生物却是地球上最早的居民之一，它们早在 35 亿年前就已存在了而人类发展至今只有几百万年的历史。微生物能延续至今，与其自身的特点有关。 (二)微生物的特点 1. 个体小、面积大、新陈代谢能力强 微生物的个体极其微小，需借助显微镜放大数十倍、数百倍甚至数万倍才能看清。表示微生物大小的单位是 μm($1\text{m}=10^6\mu\text{m}$)或 nm($1\text{m}=10^9\text{nm}$)。我们知道把一定体积的物体分割得越小，它们的总表面积就越大，因而比面积(表面积与体积之比)就越大，这样微生物就有一个吸收营养、排泄代谢废物的巨大表面，所以新陈代谢能力强。因此，这样一个小 体积、大面积的系统是微生物与一切大型生物相区别的关键所在。 2. 吸收多、转化快、繁殖速度快 由于微生物新陈代谢能力特别强，它们的“胃口”变得分外庞大，如发酵乳糖的细菌在 1h 内可分解比其自身重 100~1000 倍的乳糖。微生物的这个特性为它们高速增长繁殖提供了充分的物质基础，微生物以惊人的速度“生儿育女”，如大肠埃希菌在合适的条件下约 20min 可繁殖一代，以 2”的方式一分二、二分为四、四分成八……如果按这样计算，一个细菌 10h 可繁殖成 10 亿个!实际上,这种几何级数的繁衍受环境等条件的限制,是不可能实现的,但即使如此也足以使动、植物望尘莫及了。 3. 适应能力强、易变异 微生物对环境条件，尤其是对恶劣的极端环境具有惊人的适应力，		

这是高等动植物无法比拟的。如大多数细菌能耐-196~0℃(液氮)的低温;一些嗜盐菌能在接近于饱和盐水(32%)的环境下正常生存;许多微生物尤其是产芽孢的细菌可在干燥条件下保藏几十年。

由于微生物的个体一般都是单细胞、简单多细胞或非细胞的,通常都是单倍体,加之它们新陈代谢旺盛、繁殖快,并且与外界环境的接触面大的特点,故容易受外界条件的影响而发生性状变化。但微生物却可以在短时间内产生大量变异的后代,在外界环境条件发生剧烈变化时,变异了的个体可适应新的环境而生存下来。

4. 种类多、数量大、分布广 微生物种类繁多。迄今为止,人们所知道的微生物约有 10 万种。但由于微生物的发现和研究的较动植物迟得多,有人估计目前已知的种类只占地球实际存在的微生物总数的 20%,所以微生物很可能是地球上物种最多的一类。

虽然我们不能看到微生物,但它们却是无处不在、无孔不入的。85km 的高空、11km 深的海底 2km 深的地层、近 100℃的温泉、-250℃等极端的环境下,均有微生物生存。人类正常生活的地方更是微生物生长的适宜场所,其中土壤是多种微生物的大本营,任意取一把土,就是众多微生物的世界,在 1g 肥沃的土壤中,微生物的数量可达到千百乃至数亿。除了自然环境,动植物和人体内,如人的肠道中经常居住着 100-400 种不同的微生物,约 100 万亿个;把手放到显微镜下观察,一双普微生物学与免疫学的手上带有细菌 4 万~40 万个,即使刚刚清洗过,上面也有 300 个细菌,当然这些绝大多数不是病菌。

(二) 微生物的分类

1. 微生物在自然界的地位

将整个生物界划分为几个界,有不同的分类系统,除了已确定的动物界和植物界外,其余各界都是随着人类对微生物的深入研究和认识后才发展建立起来的。一百多年来,从两界发展到三界、四界、五界、六界系统,这一个由低到高、由浅到深的认识过程,在此介绍六界系统,如图-1 所示。由图可以看出,将所有的生物分成有细胞结构和无细胞结构松支原体两大类 6 个界:动物界、植物界、原生生物界、真菌界、原核生立克次体衣原体物界和病毒界,微生物分属于除动物界和植物界以外的 4 个界。

2. 微生物的分类 微生物按有无细胞结构分为 3 种类型。

3.

(1)原核细胞型微生物:原核生物由单细胞组成,仅有原核和裸露的 DNA,无核膜和核仁。此类微生物包括细菌、放线菌、蓝细菌、古菌、支原体、衣原体

(2)真核细胞型微生物:真核生物大多由多细胞组成,具有高度分化的核,有核膜和核仁,且有多种细胞器,如内质网、核糖体、线粒体等。此类生物包括真菌、藻类和原虫等。

(3)非细胞型微生物:此类微生物无细胞结构,仅由一种核酸(DNA 或 RNA)和蛋白质组成必须寄生于活细胞。病毒属于此类微生物。

3. 微生物的分类单位 与动植物一样,微生物的分类单位自上而下可依次分为:界(kingdom)门(phylum)、纲(class)、目(order)、科(family)属(genus)和种(species)。在微生物分类中常用种和属,而种是最基本的分类单位,在种以下还可分为亚种、菌株和型等。属:生物学性状基本相同、具有密切关系的一些种组成属。种:一大群表型特征高度相似、亲缘关系极其接近、与同属内其他种有着明显差异的菌株的总称在微生物中,一个种只能用该种的一个典型菌株(type strain)作为具体标本,该典型菌株就是这个科的模式种(type species)。在实际中,有时分离到的纯种具有某个明显而稳定的特征,与典型种不同称为亚种(subspecies, subsp.)。

型:曾用于表示细菌种内的细分,但现在已废除,目前尚在使用的是以“型”作后缀,如生物型(biotype)、血清型(serotype)、噬菌体型(phagetype)等。菌株:又称为品系(在病毒中称毒株或株),表示任何由一个独立分离的单细胞繁殖而成的纯种群体。因此,一

	种微生物的每一不同来源的纯培养物均可称为该菌种的一个菌株。 4. 细菌的命名 细菌的命名一般采用国际通用的拉丁文双名法。其学名(scientifcname)由属名和种名两部分组成,前面为属名,用名词并以大写字母开头;后一个为种名,用形容词表示,全部小写,印刷时用斜体字。常在种名之后加上命名者的姓氏(用正体排字),也可省略。在少数情况下,当该种是一个亚种时,学名就应按“三名法”构成 (四)微生物的作用 1. 参与自然界的物质循环 整个生物圈生机勃勃,主要依赖太阳的光能,而组成机体的重要生命元素,如 C、N、P、S、Fe 等则主要依赖微生物所推动的物质循环,微生物在自然界物质循环中起着重要作用。以碳素循环为例,绿色植物依靠太阳的能量吸收 CO₂ 和 H₂O 进行光合作用,而大气中所含的 CO₂ 只够供应绿色植物约 20 年,但是微生物可以将有机物质(如动植物的尸体)中的碳元素分解,产生 CO₂ 释放到大气中。据估计,地球上约 90% 的 CO₂ 是靠这种作用形成的,从而使生物界处于一种良好的碳平衡环境中。其他如氮素循环、硫素循环、磷的循环等都离不开微生物的作用。 2. 在工农业生产上的用途 在农业上,通过固氮微生物的生物固氮作用,将环境中游离氮转化为氨而增加了土壤的肥力,满足植物生长所需。这是一种极其温和的生化反应,比人类发明利用铁作催化剂,在高温(300℃)、高压(300 个大气压)下的化学固氮方式优越得多。在我国,种植豆科植物作绿肥有近 2000 年的历史。在工业上,微生物可应用于食品、酿造、石油化工、皮革以及环境保护等方面。例如,传统上对植物秸秆的利用就是燃烧,能快速取得其中约 10% 的热能及一些肥效较差的草木灰肥料,而采用现代合理的梯级利用方式,即先将秸秆打碎作牲畜的饲料,再以畜粪进行沼气发酵,可利用 90% 的化学能发酵后的残渣还可作为有机肥料,形成饲料—燃料—肥料的良性循环,而关键的沼气发酵则是一种由产甲烷菌作用产生甲烷的过程。 在医药工业上,可利用微生物生产抗生素、维生素、氨基酸、核苷酸、生物碱以及酶制剂等。如目前临床上广泛应用的青霉素,就是由英国人发现的首例抗生素,为人类抗细菌性感染做出了巨大贡献。近年来,随着分子生物学和基因重组技术的发展,很多药物,如胰岛素、干扰素、生长激素等都可通过基因工程这一现代生物技术,利用基因重组的菌株进行生产并应用于临床。 3. 致病作用及其他危害 尽管大多数微生物对人类是有益无害的,但其中有一小部分可引起人类与动植物的疾病,这种具有致病性的微生物称为病原微生物。人类的许多传染病,如传染性很强的肺炎、痢疾、流感等,感染率较高的肝炎,危害性大、死亡率高的艾滋病等,均由病原微生物感染引起。 随着现代微生物学的发展,一些新的病原体不断被发现。例如,羊瘙痒病的病原体经过近两个世纪的研究都未能发现,直到 20 世纪 80 年代初期才证实其病原体是一种比病毒还小,不含任何核酸却有致病能力的蛋白质,称为朊病毒。朊病毒能引起人及动物中枢神经系统疾病,1985 年首次在英国发现的疯牛病也是由它引起的,对养牛业、饮食业以及人的生命安全造成巨大威胁;1997 年发现的禽流感病毒 H5N1 亚型、2013 年发现的 H7N9 亚型不仅造成了人类的伤亡,同时重创了家禽养殖此外,微生物还可引起工农业生产中的原料、产品、药材、木材、食品等的腐败霉变等,造成经济损失和人体伤害。
学生活动	讨论微生物的特点

任务点二	微生物学 P2-6
教师讲解	(一) 微生物学的定义 微生物学(microbiology)是研究微生物的形态结构、生理代谢、遗传变异、生态分布以及与人类动植物、自然界之间相互关系的一门学科。学习、研究微生物是为了充分利用微生物对人类有益的、面, 开发微生物资源并运用到生活、生产中;同时控制其有害的一面, 使人类的传染性疾病得到有效微生物学作为基础生物学, 研究领域和范围日益广泛和深入, 已涉及医学、工业、农业和环境等的预防和治疗。许多方面, 从而形成了一些分支学科。按应用领域来分, 有工业微生物学、农业微生物学、医学微生物学、药理学微生物学、食品微生物学等分支学科;按研究对象来分, 有细菌学、真菌学、病毒学等;按微生物所在的生态环境来分, 有土壤微生物学、海洋微生物学、环境微生物学等。此外, 研究人和药理学微生物学作为微生物学的一个分支, 其范畴除了研究微生物学的基础理论外, 还包括保证药动物对微生物反应的免疫学也成了一门独立的分支学科。品质, 研究、生产微生物药物制剂, 开发新药等方面的内容。 1. 微生物学的经验时期 在古代,人们虽然没有看到过微生物,但已经将微生物学知识运用到](三)微生物学发展史农业生产和疾病防治当中。如我国北魏《齐民要术》中详细记载了制醋的方法;长期以来民间用盐腌糖渍、烟熏、风干等方法保存食品, 实际上都是通过抑制微生物的生长以防止食物的腐烂变质。在医药方面, 明朝李时珍在《本草纲目》中就有对患者穿过的衣服应该进行消毒的记载;在 11 世纪(宋代已有种人痘预防天花。此外, 我国很早就应用茯苓、灵芝等中草药治疗疾病。 2.微生物学的形态学时期 首次观察到微生物的是荷兰人安东尼·列文虎克(Antoni vanLeeuwenhoek), 他于 1676 年用自制的世界上第一台显微镜, 观察到了雨水、牙垢、粪便中的微生物,并正确描述了他所看到的各种形态的细菌和原虫, 为微生物的存在提供了有力的证据, 从此揭开了微生物形态学时期的序幕。之后人们使用放大倍数更高的显微镜观察他所描述的“小动物”, 并知道它们可以引起人类疾病和产生许多有用的物质时, 才真正意识到列文虎克对人类认识世界所做出的伟大贡献。 3.微生物学的发展时期 从 1676 年显微镜发明以来在近二百年的时间里,人们对微生物的研究仅停留在形态描述的低级水平上,直到 1857 年,法国科学家路易斯·巴斯德(Louis Pasteur)的发现, 这些微小生物的来源及其与疾病的关系才得以阐明, 他为微生物学的发展建立了不朽的功勋, 被誉为“微生物学之父”。其主要贡献:①否定了自然发生学说, 巴斯德用著名的曲颈瓶实验(绪图-2)证明有机物质的腐败变质是由微生物引起, 从而彻底推翻了当时盛行的自然发生学说。②证实发酵由微生物引起, 而酒类变质是污染了杂菌所致, 并发明了巴氏消毒法。③找出了蚕病的病因 19 世纪 60 年代, 蚕病的流行使法国的养蚕业面临严重的威胁, 巴斯德发现这是由微牛物导致的一种传染病, 并告诉人们预防方法, 从而遏止了病害的蔓延。④发现免疫现象, 进行免疫接种。巴斯德观察到患过某种传染病并得到痊愈的动物, 以后对该病有免疫力, 他通过减轻病原微生物毒力的方法, 用减毒的炭疽、鸡霍乱病原菌分别免疫绵羊和鸡获得成功;并在此基础上, 研制出了狂犬疫苗。 微生物学的另一位奠基人是德国医生罗伯特·科赫(Robert Koch), 他的功绩主要有 3 个方面①创立了周体培养基划线分离纯种法, 通过固体培养基可将环境中或患者排泄物中的细菌分离成单个的菌落, 从而建立了纯培养技术, 他先后分离出炭疽杆菌、结核杆菌和霍乱弧菌等多种导致人类传染病的病原性细菌。②提出了确立病原菌的科赫法则,即病原微生物总是在患传染病的机体中发现,健康机体中不存在;可以在体外获得病原菌的

纯培养物;将病原菌接种于健康动物后能引起同样的疾病,并可从患病动物体内重新分离出相同的病原菌。③发明了用苯胺对细菌进行染色的细菌染色法、带照相机的显微镜直接拍摄细菌的显微摄影技术。

继路易斯·巴斯德和罗伯特·科赫等的研究工作后,微生物学有了迅速的发展。

(1)病毒学:1892年,发现了首例病毒-烟草花叶病毒;1897年,发现牛口蹄疫病毒;1901年,分离出对人致病的黄热病病毒。此后,又相继分离出许多病毒。

(2) 免疫学:1796年英国医生爱德华·詹纳(Edward Jenner)发明了接种牛痘预防天花的方法,揭开了免疫学的序幕;路易斯·巴斯德研制鸡霍乱、炭疽以及狂犬病疫苗的成功,为人工免疫在预防医学中的应用开辟了广阔的前景。

(3) 化学治疗法和抗生素:1909年,德国科学家保罗·欧立希(Paul Ehrlich)合成了治疗梅毒的化学药物--凡纳明和新凡纳明,从而开创了化学治疗微生物传染性疾病的新时期。1935年,另一位德国医生格哈德·杜马克(Gerhard Domagk)及其同事发明了能治疗链球菌感染的新化学治疗剂,后来证明它的抑菌有效成分是磺胺,此后就形成了目前使用的磺胺类药物。1929年,英国细菌学家亚历山大·弗莱明(Alexander Fleming)发现了青霉素,其于20世纪40年代应用于临床,随后链霉素、氯霉素等抗生素相继被发现。化学药物和抗生素在疾病的治疗和控制方面起到了重要作用。

4. 现代微生物学时期

近几十年来,随着生物化学、遗传学、细胞生物学、分子生物学等学科的发展,以及电子显微镜,气相、液相色谱技术,免疫学技术,单克隆抗体技术等的发展,可以在分子水平上探讨微生物基因结构的功能、致病的物质基础及诊断方法,一些新的病原微生物,如军团菌、幽门螺杆菌、人类免疫缺陷病毒(HIV)、SARS病毒、新型冠状病毒等相继被发现。同时,微生物学也从一门较为独立的以应用为主的学科,迅速成为一门前沿的基础学科,在生命科学、生物工程等的研究中发挥重要的作用。

对于医药类微生物学工作者而言,今后面临的挑战还很多。在药物生产上,深入开展病原微生物的生物学特性及致病机制的研究,为开发新药提供理论基础,其中重点是对抗病毒药物的研制与开发:加强微生物耐药性机制的研究,解决细菌耐药性问题。在预防方面,研制开发免疫原性好、副作用小的重组疫苗及嵌合疫苗(微生物抗原与佐剂或细胞因子嵌合表达的疫苗)等新型疫苗。在病原微生物诊断方面,要规范微生物学诊断方法,建立快速、特异、简便的早期诊断方法,特别是针对病毒的诊断。加强微生物特异性诊断技术的建立、人员培训及国际合作与信息网络的建立,对突发性的公共卫生传染事件有快速、准确的反应和相应的措施。同时,要加强同相关学科的交流与协作,以推动微生物学的发展。

七、课后反思

模块一：微生物学基础

基本信息

授课题目	细菌	课程名称	食品微生物学	课程类型	专业基础课
授课学时	8 学 时	授课对象	食品检验检测技术 251、(3+证书) 251	授课方式	讲授

教学内容分析

1. 细菌的大小与形态
2. 细菌的结构
3. 细菌形态的检查方法
4. 细菌的生长与繁殖
5. 细菌的新陈代谢

学情分析

学生特点

理解能力：学生可能对细菌的生物学特性、分类、生理代谢等理论知识理解较慢，需要通过生动的实例和直观的教学手段来帮助理解。

记忆能力：学生对细菌名称、分类和特点的记忆可能存在困难，需要通过有效的记忆策略来加强。

实践能力：学生对实验室安全规范和生物安全的认识可能不足，需要在实验教学时重点强调。

教学目标

知识目标	1. 认识显微镜的基本构造和种类。 2. 能说出细菌和真菌的形态结构、生长繁殖、菌落特征等知识, 3. 知道微生物的培养与代谢、生长与控制和菌种的选育与保藏等技术方法。
能力目标	1.学会显微镜的使用与镜检基本操作技能 2.能够进行细菌的单染色法与革兰氏染色法操作，无菌室的消毒处理及超净工作台的使用，玻璃器皿的洗涤、干燥、包扎和灭菌等操作。 3.能熟练配制培养基、进行微生物接种、菌种筛选和保藏操作。
素质目标	具备吃苦耐劳、独立思考、团结协作、勇于创新的精神和诚实守信的优良品质;培养学生具有精益求精的工匠精神、良好的职业道德和家国情怀。
思政元素	1. 通过分析细菌感染性疾病对患者和社会的影响，培养学生关爱生命、尊重生命的社会责任感。 2.阅读 2021 年全国“最美科技工作者”--中科院微生物研究所研究员庄文颖的故事,感悟她不忘初心、淡泊名利、潜心研究的奉献精神。

教学重难点及解决措施			
重点：细菌的形态与结构、细菌生理、细菌的致病性 难点：革兰染色技术 解决措施：多媒体讲授			
教学环节			
导入案例	幽门螺杆菌是已知的最广泛的慢性感染性细菌，世界卫生组织将其列为第一类致癌因引起胃及十二指肠疾病，世界感染率达 50%。它可能癌的危险因子。为了证实 HP 就是引起胃病的罪魁祸首，马歇尔，“以身试菌”，吞食了自己培养的活菌，一周内就患严重胃炎，雄辩地证明了导致胃病的因素是细菌感染并将其明确认定为 HP 而不是胃酸过多。马歇尔为科学献身的精神深深感动了科学界!人们纷纷投入研究，进一步证实了胃病是传染性疾病。		
提出问题	1.初步诊断该患者可能感染了何种细菌? 2.该细菌具有什么样的生物学性状?		
任务点一	细菌的形态与结构	教材	P15-25

教师讲解	细菌的大小 细菌体积微小，通常以微米(μm)作为测量细菌大小的单位。人的肉眼最小分辨率为0.1mm，所以观察细菌要借助光学显微镜将其放大几百倍到上千倍。 基本形态:球状、杆状、螺旋状 1. 球菌 2. 杆菌 3. 螺旋菌 4. 特殊形态 一般构造: 一般细菌都有的构造。包括: 细胞壁、细胞膜、细胞质和核质 特殊构造: 部分细菌具有的或一般细菌在特殊环境下才有的构造。 包括: 荚膜、鞭毛、菌毛、芽胞
学生活动	比较革兰氏阴性菌和阳性菌的区别
任务点二	细菌形态的检查方法（掌握） P13-14
教师讲解	一、不染色标本的检查法 将细菌直接置于普通光学显微镜或暗视野显微镜下观察，可观察到细菌的生活状态、运动状况以及繁殖方式等，常用悬滴法或压片法。由于细菌是无色半透明体，直接镜下观察其形态很不清楚，一般要用染色法进行检查。 二、染色标本的检查法 细菌染色多用碱性染料，如亚甲蓝、结晶紫、碱性复红等。由于细菌的等电点为pH 2~5，因而在近中性溶液中带有负电荷，易与带正电荷碱性染料的着色基团结合而着色。 (-)单染色法 细菌只用一种染料着色，染色前要先将细菌制成标本，过程如下:细菌涂片一干燥→固定一染色一显微镜观察。因单染色法只用一种染料，如用结晶紫染料，细菌则被染

	成紫色;若用亚甲蓝则细菌被染成蓝色。通过该方法,可观察细菌的大小、形态和排列等,但不能鉴别细菌。 (二)复染色法 复染色法使用两种或两种以上的染料着色,可将不同种的细菌或同种细菌的不同结构染成不同的颜色,不仅可以观 革兰氏染色与细胞壁: C. Gram (革兰) 于 1884 年发明的一种鉴别不同类型细菌的染色方法。 1、用碱性染料结晶紫对菌液涂片进行初染; 2、用碘溶液进行媒染,其作用是提高染料和细胞间的相互作用从而使二者结合得更牢固; 3、用乙醇或丙酮冲洗进行脱色。在经历脱色后仍将结晶紫保留在细胞内的为革兰氏阳性细菌,而革兰氏阴性细菌的结晶紫被洗掉,细胞呈无色; 4、用一种与结晶紫具有不同颜色的碱性染料对涂片进行复染。例如沙黄,它使原来无色的革兰氏阴性细菌最后呈现桃红到红色,而革兰氏阳性细菌继续保持深紫色。 革兰氏阳性和阴性细菌的比较革兰氏染色的原理。
任务点三	细菌的生长与繁殖 (熟悉)
教师讲解	(一)细菌生长繁殖的条件 1.适当的营养 水、碳源、氮源、能源、无机盐和生长因子等为细菌的新陈代谢、生长繁殖提供必需的原料和足够的能量。 2.适宜的温度 不同细菌对温度的要求不同,过高或过低都不利于其生长。根据细菌对温度的适应性,细菌可分为嗜冷菌、嗜温菌和嗜热菌。嗜冷菌的最适生长温度小于 20℃,嗜温菌的最适生长温度为 20~40℃,嗜热菌在高至 56~60℃中生长最好。病原性细菌均为嗜温菌,最适温度为 37℃,与人体体温相近,实验室培养细菌往往在 37℃培养。 3.合适的 pH 大多数细菌最适 pH 6.8~7.4,在此范围内细菌的酶活性最强。少数细菌在碱性条件下生长良好,如霍乱弧菌在 pH8.4~9.2 时生长最好。也有的细菌最适 pH 偏酸,如乳酸杆菌最适 pH 5.5。人类的血液、组织液 pH 7.4,细菌易生存;胃液偏酸,绝大多数细菌可被杀死。在实

实验室中培养细菌时，由于细菌代谢过程中分解糖产酸，使 pH 下降而影响菌体生长，所以培养基中应加入缓冲剂以保持 pH 稳定。

4.必要的气体环境 主要指 O₂ 和 CO₂ 。一般细菌代谢中都需 CO₂ ,但大多数细菌代谢所产生的 CO₂ 即可满足自身需要。根据细菌对 O₂ 的需要不同，细菌可分为：①专性需氧菌，即必须在有氧的环境下才能生长繁殖的细菌，如结核分枝杆菌、枯草芽孢杆菌。②专性厌氧菌，即在无氧环境下才能生长繁殖的细菌，如破伤风梭菌。③兼性厌氧菌，即在有氧或无氧环境下均能生长繁殖，但在有氧时生长更好的细菌，多数病原菌都是兼性厌氧菌。

专性厌氧菌在有氧条件下生长受到抑制，其可能原因：①厌氧菌缺乏细胞色素与细胞色素氧化酶，不能氧化那些氧化还原电势较高的氧化型物质。②厌氧菌缺乏过氧化氢酶、过氧化物酶和超氧化物歧化酶(SOD),不能清除有氧环境下所产生的超氧离子(O₂⁻)和过氧化氢(H₂O₂),因而难以存活。③有氧条件下，厌氧菌某些酶的一SH 基被氧化为一S—S—基，导致酶失去活性。

(二)细菌的繁殖方式和速度

1. 裂 殖(fission)一个细胞通过分裂而形成两个子细胞的过程。

杆状细胞

横分裂：分裂时细胞间形成的隔膜与细胞长轴呈垂直状

态。 纵分裂：分裂时细胞间形成的隔膜与细胞长轴呈平行状态。

(1) 二分裂 (binary fission)

对称的二分裂：一个细胞在其对称中心形成一隔膜，进而分裂成两个形态、大小和构造完全相同的子细胞。

不等二分裂：分裂成两个在外形、构造上有明显差别的子细胞。

(2) 三分裂 (trinary fission)

部分细胞进行成对的“一分为三”方式的三分裂，形成一对“Y”形细胞，随后仍进行二分裂，其结果就形成了特殊的网眼状菌丝体。

2. 芽 殖 (budding) 指在母细胞表面（尤其在其一端）先形成一个小突起，待其长 大到与母细胞相仿后再相互分离并独立生活的一种繁殖方式。

凡以这类方式繁殖的细菌，通称为——芽生细菌 (budding bacteria) 。

任务点四	细菌的新陈代谢
教师讲解	一. 细菌的分解代谢和生化应 1. 细菌对糖的分解 2. 细菌对蛋白质的分解 3. 细菌的生化反应: 通过生化试验的方法检测细菌对各种基质的代谢作用及其代谢产物, 从而鉴别细菌的种属。 (1) 糖发酵试验 (2) 靛基质试验 (3) 硫化氢试验 (4) 尿素分解试验 (5) 枸橼酸盐利用试验 (二)合成代谢产物及其临床意义 考点: 细菌合成代谢产物在药学中的应用 细菌通过新陈代谢不但能合成菌体的组成成分, 如蛋白质、脂肪、核酸等, 还能合成很多在医学上具有重要意义的代谢产物。 1.热原质(致热原)(pyrogen) 是指通过注射进入人或动物机体引起发热的物质, 热原质主要指细菌体中的脂多糖, 另外酵母菌中的酵母多糖也有热原质的特性。脂多糖多由革兰氏阴性菌产生, 少数革兰氏阳性菌也能生成, 因其进入人或动物体内能引起发热反应, 故称热原质。热原质耐高温, 高压蒸汽灭菌 121℃ 20min 不能使其破坏, 加热 180℃ 4h 或 250℃ 45min 才能使热原质失去作用。热原质可通过一般细菌滤器, 但没有挥发性, 所以, 除去液体中的热原质的最好方法是蒸馏法。药液、水等被细菌污染后, 有热原质存在的可能性, 输入机体后可引起发热反应, 严重的可致死。生物制品或注射液制成后要除去热原质比较困难, 所以在制备和使用过程中必须严格无菌操作、防止细菌污染以确保无热原质存在。 临床使用注射剂时, 常有患者发生寒战、发热、头痛、恶心、休克等症状, 严重时甚至死亡, 此为热原反应。为了提高药品质量和用药安全, 人们对热原质进行了广泛研究。 2.毒素(toxin) 细菌产生的毒素有内毒素和外毒素两种。内毒素(endotoxin)是革兰氏阴性菌细胞壁的脂多糖, 其毒性成分为类脂 A,菌体死亡崩解后释放出来。外毒素(exotoxin)是由革兰氏阳性菌和少数革兰氏阴性菌在生长代谢过程中释放至菌体外的蛋白质, 具有抗原性强、毒性强、作用特异性强等特点。 □.侵袭性酶 某些细菌可产生具有侵袭性的酶, 能损伤机体组织, 促进细菌在机体中的扩散, 细菌重要的致病因素, 如链球菌的透明质酸酶等。 4.色素(pigment) 某些细菌在营养丰富、氧气充足、温度适宜等条件下能产生色素, 可用于细菌的鉴别。细菌色素有两类: ①水溶性色素, 溶于水, 能弥散至培养基或周围组织中, 如铜绿假单胞菌产生的绿脓色素使培养基或脓汁呈绿色。②脂溶性色素, 不溶于

	水，仅保持在菌体内使菌落着色而培养基颜色不变，如金黄色葡萄球菌的金黄色色素。 5. 抗生素(antibiotic) 由某些微生物在代谢过程中产生的能抑制或杀死其他微生物或癌细胞的物质，称为抗生素。抗生素多由放线菌和真菌产生，细菌仅产生少数几种，如多黏菌素、杆菌肽等。
小结	画出思维导图
随堂练习	一、名词解释 1. 细菌：是一类具有细胞壁的单细胞原核型微生物。 2. 放线菌：放线菌是原核生物中一类能形成分枝菌丝和分生孢子的特殊类群，呈菌丝状生长，主要以孢子繁殖，革兰氏阳性，在分类学上属于细菌类，因菌落呈放射状而得名。 3. 酵母菌：酵母菌是以芽殖为主，结构简单，大多数为单细胞的一类真菌。 4. 霉菌：凡是在营养基质上能形成绒毛状、网状或絮状菌丝体的真菌，统称为霉菌。 5. 螺旋体：是一类细长而柔软、波状或螺旋状、运动活泼的原核单细胞微生物。 6. 支原体：是介于细菌和病毒之间、营独立生活的最小单细胞微生物。
七、课后反思	

模块一：微生物学基础					
基本信息					
授课题目	放线菌	课程名称	食品微生物学	课程类型	专业基础课
授课学时	2 学 时	授课对象	食品检验检测技术 251、（3+证书）251	授课方式	讲授
教学内容分析					
第 1 节 放线菌的生物学特性 第 2 节 重要的放线菌属 放线菌是一大类有分枝菌丝的单细胞原核细胞型微生物。本章重点介绍放线菌的形态 与结构，放线菌的培养条件、菌落特征、繁殖方式及生活周期。简要介绍产生抗生素的常见放线菌以及放线菌的致病作用。通过学习，应掌握放线菌的形态与结构；熟悉放线菌的培养特性、产生抗生素的常见放线菌；了解放线菌的致病作用。					
教学目标					
知识目标	1.了解放线菌的特点和分类。				
能力目标	1. 掌握放线菌的培养方法。 2. 掌握放线菌的鉴定方法和实验操作技巧。				
素质目标	1. 培养学生严谨求实的科学态度和精益求精的工匠精神。 2. 增强学生的生物安全意识，树立无菌操作观念。 3. 激发学生对微生物世界的探索兴趣，培养创新意识。				
思政元素	1. 引导学生关注我国放线菌资源开发利用现状，树立科技报国的远大理想。 2. 结合放线菌的应用，例如抗生素的生产，强调质量安全的重要性，培养学生的社会责任感和职业道德。				
教学重难点及解决措施					
重点：食品中常见的放线菌 难点：放线菌生物学特性 解决措施：采用案例分析、问题导向、小组讨论等教学方法，引导学生主动思考、积极参与。					
教学环节					

导 入	放线菌(actinomycete)是一类具有丝状分枝的原核细胞型微生物，菌落呈放射状生长而得名。大多数放线菌是需氧型腐生菌，广泛分布于自然界，尤其在含水量较低、有机物丰富和呈微碱性土壤环境中数量最多，泥土特有的“泥腥味”主要由放线菌的代谢产物土腥味素所致。由于许多放线菌有极强的分解纤维素、石蜡、角蛋白等的能力，故它们在环境保护、提高土壤肥力以及自然界物质转化中起着重要作用。 放线菌与人类关系极为密切，是抗生素的主要产生菌。在已发现的天然抗生素中，70%以上由放线菌产生，如链霉素、土霉素、四环素和红霉素。此外，一些放线菌的次级代谢产物还在临床上作为抗肿瘤药物，如多柔比星、博来霉素和放线菌素 D。放线菌还可用于制造各种酶制剂、维生素和有机酸等重要的医药类产品。也有少数寄生型放线菌可以感染人和动植物，构成危害。		
任务点一	放线菌的生物学特性	教材	P31-33
教师讲解	一、放线菌的形态和结构 放线菌革兰氏染色多为阳性，无荚膜、鞭毛和芽孢。放线菌的结构和化学成分和细菌相似，而形态学上有较大差距，其菌体呈丝状，有分枝，主要以孢子繁殖，这些特征与霉菌相似。因此，放线菌是介于细菌与真菌之间而又接近于细菌的一类丝状原核细胞型微生物。 (一) 放线菌的菌丝 (二)放线菌的孢子 孢子丝发育到一定阶段即分化形成孢子，孢子成熟后可从孢子丝中逸出飞散。放线菌的孢子为无性孢子，是放线菌的繁殖器官。孢子的形状多样，有球形、椭圆形、杆形、梭形等。孢子的颜色十分丰富，呈灰、白、黄、红、蓝、绿等颜色，孢子表面的纹饰因种而异，在电子显微镜下清晰可见，有的光滑，有的呈褶皱状、刺状、毛发状等。放线菌孢子的颜色和其表面结构特征在一定条件下比较稳定，可以作为菌种鉴定的依据之一。 二、放线菌的培养 (一)放线菌的培养条件 1. 营养 放线菌对营养要求不高，在普通培养基上即能生长。多数放线菌分解淀粉的能力较强，故培养基中大多含有一定量的淀粉。容易吸收和利用的碳源主要是淀粉、糊精、葡萄糖和麦芽糖，氮源可利用蛋白胨、氨基酸、硝酸盐、铵盐和尿素等，对无机盐的要求较高，一般需加入如钾、钠、硫、磷、铁等多种元素。实验室常用的有高氏一号培养基和淀粉琼脂等培养基。 2. 温度 腐生型放线菌生长的最适温度一般为 28~32℃，寄生型放线菌的温度则为 37℃，高温放线菌在 50~60℃也能生长。 3. 气体 大多为需氧菌，在实验室液体培养时若静置，会见到液面与瓶壁交界处形成菌苔，在抗生素生产过程中一般需要通气搅拌以增加发酵液中溶氧的含量以提高产量。 4. pH 最适 pH 为 7.2~7.6。放线菌对酸敏感，故在酸性条件下生长不良。 放线菌生长缓慢，需 3~7 天才能形成典型的菌落，放线菌菌种保藏可将孢子混入砂土管内，在 4℃下可保存 1~5 年。 (二)放线菌的菌落特征 放线菌的菌落通常为圆形，略大于或接近普通细菌菌落，但比真菌菌落小得多，主要具有以下一些特征：①表面干燥、坚实、致密牢固；②基内菌丝伸入到培养基中，与培养基结合牢固，不易挑起；③菌落不透明，正、反两面常呈现不同的色泽，从培养基的背面可以观察基内菌丝的颜色，如白、绿、橙红、紫、黑等多种颜色；④普通气生菌丝大		

	多呈白色，当孢子丝发育成熟后，形成大量孢子堆覆盖于气生菌丝的表面，使菌落呈现白、粉、淡黄、紫、灰等多种颜色。不同种类的放线菌菌落具有一定的特征，是鉴定的依据。 (三)放线菌的繁殖方式和生活史 放线菌主要通过无性孢子的方式进行繁殖。在液体培养基中，也可通过菌丝断裂的片段形成新的菌丝体而繁殖，故在工业发酵生产抗生素时，常采用搅拌培养以获得大量菌丝体。下面以链霉菌的生活史为例来说明放线菌的生活周期，如图 2-3 所示。 1. 孢子萌发 在适宜的环境条件下，孢子吸收水分而萌发，长出 1~3 个芽管。 2. 基内菌丝 芽管继续延长，分枝形成基内菌丝。 3. 气生菌丝 基内菌丝发育到一定阶段，向培养基外部空间生长形成气生菌丝。 4. 孢子丝 气生菌丝发育到一定阶段，在顶端形成孢子丝。 5. 孢子 由孢子丝发育形成孢子。如此反复循环，构成了放线菌的生活史。
学生活动	观察放线菌的菌落特征
任务点二	主要的放线菌属
教师讲解	一、链霉菌属(<i>Streptomyces</i>) 是放线菌目中最大的一个属，绝大多数腐生好氧，形态上的突出特点是有发育良好的基内菌丝和气生菌丝，气生菌丝特化形成的孢子丝和孢子所具有的特征在放线菌中最为显著。链霉菌属的孢子丝形态有直的、波浪形、螺旋形等，能形成长的孢子链。 链霉菌属的次级代谢产物种类丰富，最重要的就是抗生素。在放线菌产生的抗生素中，有约 90%是由链霉菌属产生的。生产的抗生素主要有链霉素、卡那霉素、土霉素、氯霉素、四环素、金霉素、新霉素、红霉素、两性霉素 B、制菌霉素、万古霉素、丝裂霉素等。有的链霉菌能产生一种以上的抗生素，而不同种的链霉菌也能产生同种抗生素。 二、诺卡菌属 三、游动放线菌属
小结	画出思维导图
作业	1、简述放线菌的形态与结构特点。 2、列举产生抗生素的放线菌。 3、简述放线菌的致病作用。
七、课后反思	

模块一：微生物学基础					
基本信息					
授课题目	真菌	课程名称	食品微生物学	课程类型	专业基础课
授课学时	2 学 时	授课对象	食品检验检测技术 251、（3+证书）251	授课方式	讲授
教学内容分析					
第 1 节 酵母菌 第 2 节 霉菌 第 3 节 食品中常用真菌简介					
学情分析					
1. 知识基础: 已学习《食品微生物学》课程的部分基础知识，如细菌、放线菌的形态结构、繁殖方式、培养特性等。对真菌有一定的感性认识，例如日常生活中常见的霉菌、酵母菌等，但对真菌的系统分类、形态结构、繁殖方式等缺乏深入了解。 2. 学习特点: 学习兴趣浓厚，但对理论知识的理解能力有待提高。 喜欢动手实践，但实验操作的规范性和严谨性需要加强。 思维活跃，但缺乏系统性和逻辑性。					
教学目标					
知识目标	1. 认识显微镜的基本构造和种类。 2. 能说出真菌的形态结构、生长繁殖、菌落特征等知识, 3. 知道微生物的培养与代谢、生长与控制和菌种的选育与保藏等技术方法。				
能力目标	1.学会显微镜的使用与镜检基本操作技能 2.能够进行细菌的单染色法与革兰氏染色法操作，无菌室的消毒处理及超净工作台的使用，玻璃器皿的洗涤、干燥、包扎和灭菌等操作。 3.能熟练配制培养基、进行微生物接种、菌种筛选和保藏操作。				

素质目标	具备吃苦耐劳、独立思考、团结协作、勇于创新的精神和诚实守信的优良品质;培养学生具有精益求精的工匠精神、良好的职业道德和家国情怀。		
思政元素	1. 以我国科学家在真菌研究领域取得的重大成就为例，例如青霉素的发现和应用，展现我国在真菌学研究领域的科技实力，增强学生的民族自豪感和爱国热情。 2. 以食用菌栽培为例，分析真菌在生态系统中的作用，引导学生思考如何实现人与自然的和谐共生。		
教学重难点及解决措施			
重难点： 食品中常用的酵母和霉菌 解决措施： 1. 针对学生知识基础薄弱的特点，采用通俗易懂的语言和生动形象的案例进行讲解，帮助学生理解和掌握真菌的相关知识。 2. 针对学生喜欢动手实践的特点，设计丰富的实验项目，如真菌的形态观察、分离培养等，提高学生的实验操作技能。 3. 针对学生思维活跃但缺乏系统性的特点，采用思维导图、表格对比等方法，例如将真菌与细菌、放线菌进行对比，帮助学生梳理知识脉络，构建知识体系。			
教学环节			
导入案例	黄曲霉毒素中毒		
提出问题			
任务点一	概述	教材	P37

教师讲解	真菌(Fungus)是一大类细胞结构比较完整，有细胞壁，不含叶绿素的真核细胞型微生物。 特点：①单细胞/多细胞 ②以孢子和菌丝体存在 ③细胞壁不含肽聚糖，主要由多糖和蛋白质组成 ④细胞膜含胆固醇 真菌不是植物。 真菌不含叶绿素，无根、茎、叶的分化。
学生活动	
任务点二	酵母菌
教师讲解	一、酵母菌的形态和大小 酵母菌细胞的形态通常有球形、卵圆形、圆柱、梨形、腊肠形、椭圆形、柠檬形或藕节形等。其细胞直径一般是细菌的10倍左右。酵母菌无鞭毛，不能游动。 二、细胞结构 1. 荚膜物质 有些酵母（例如：隐球酵母菌属）其细胞壁外还有一层类似细菌荚膜的多糖物质。 2. 细胞核 酵母菌具有由多孔核膜包裹起来的定形细胞核。酵母菌细胞核是其遗传信息的主要贮存库 Eg. 啤酒酵母（<i>Saccharomyces cerevisiae</i>）基因组共有17条染色体，6500个基因。 除细胞核含DNA外，在酵母菌线粒体、“2mm质粒”及少数酵母菌线状质粒中也含有DNA。 2mm质粒：一个闭合环状超螺旋DNA分子，用于研究基因调控、染色体复制的理想系统，也可作为酵母菌转化的有效载体，并由此组建“工程菌”。 3. 微丝（Fimbriae）

	化学成分：蛋 白质 功能：细 胞凝聚 三、酵母菌繁殖方式和生活史 酵母菌的繁殖方式多样，分为无性繁殖和有性繁殖 假酵母（拟酵母）：只进行无性繁殖的酵母菌 真酵母：具有有性繁殖的酵母菌
任务点三	霉菌（熟悉）
教师讲解	霉菌是丝状真菌的一个俗称，意即“会引起物品霉变的真菌”，通常指那些菌丝体较发达又不产生大型柔孢子实体结构的真菌。 霉菌是丝状真菌的一个俗称，意即“会引起物品霉变的真菌”，通常指那些菌丝体较发达又不产生大型柔孢子实体结构的真菌。 一、分布及与人类的关系 1. 在自然界分布极广 霉菌同人类的生产、生活关系密切，是人类实践活动中最早认识和利用的一类微生物。 2. 食物、工农业制品的霉变 全世界平均每年由于霉变而不能食（饲）用的谷物约占 2%。 英国每年由于霉变木材损失 3-4 亿美元 食品、纺织品、皮革、木材、纸张、光学仪器、电工器材和照相材料等发霉。 3. 生产的产品 风味食品：酱、酱油、腐乳、 酒 抗生素：青霉素、灰黄霉 素 有机酸：柠檬酸、葡萄糖酸、延胡索 酸等 酶制剂：淀粉酶、果胶酶、纤维

素酶等

维生素：甾体激素等

农用产品：饲料添加剂、植物生长刺激素（赤霉素）、杀虫农药（白僵菌剂）等。

引起人和动物疾病；另有少部分霉菌可产生毒性很强的真菌毒素，

Eg. 黄曲霉毒素（aflatoxin）

等。 霉菌易引起动物和人体传

染病，

Eg. 皮肤癣症等；3. 基础理论研究中良好的试验材料

Eg. 粗糙脉孢菌（*Neurospora crassa*） 构巢曲霉（*Aspergillus nidulans*）

在微生物遗传学研究中的应用等。

二、霉菌的形态结构

1. 霉菌菌丝细胞结构

霉菌菌丝细胞和酵母一样是真核细胞，都由细胞壁、细胞膜、细胞质、细胞核、线粒体、核糖体及内含物、液泡组成。

大多数霉菌细胞壁成分是多糖（多为几丁质，少数低等的水生性较强的真菌则以纤维素为主），可被蜗牛消化酶水解。

2. 菌丝体（mycelium）

由许多菌丝相互交织而成的一个菌丝集团称菌丝体（mycelium，复数mycelia）。

3. 菌丝的特化

营养菌丝和气生菌丝对于不同的真菌来说，在它们的长期进化过程中，对于相应的环境条件已有了高度的适应性，并明显地表现在产生各种形态和功能不同的特化结构上。也称菌丝的变态。

1) 营养菌丝体的特化

- 形态 菌环
- 菌网
- 附枝（匍匐菌丝、假根）

附着枝 附着胞 吸器

菌核 菌索

(1) 菌环：菌丝交织成套状

(2) 菌网：菌丝交织成网状

(3) 匍匐菌丝、假根：功能是固着和吸收营养。

(4) 附着枝：若干寄生真菌由菌丝细胞生出 1-2 个细胞的短枝，以将菌丝附着于宿主上，这种特殊的结构即附着枝。

(5) 附着胞：许多植物寄生真菌在其芽管或老菌丝顶端发生膨大，并分泌粘性物，借以牢固地粘附在宿主的表面，这一结构就是附着胞，附着胞上再形成纤细的针状感染菌丝，以侵入宿主的角质层而吸取营养。

(6) 吸器：吸收细胞内的营养。

(7) 菌核：是一种休眠的菌丝组织。茯苓

(8) 菌索：一般由伞菌等产生，为白色根状菌丝组织，功能为促进菌体蔓延和抵御不良环境。

2) 气生菌丝体的特化形态

气生菌丝体主要特化成各种形态的子实体，即在其里面或上面可产无性或有性孢子，有一定形状和构造的任何菌丝体组织。

B. 产生有性孢子的、结构复杂的子实体，称为子囊果 (ascocarp)。

在子囊和子囊孢子发育过程中，从原来的雌器和雄器下面的细胞上生出许多菌丝，它们有规律地将产囊菌丝包围，形成了由一定结构的子囊果。

3) 菌丝体在液体培养时的特化形态

真菌在液体培养基中进行通气搅拌或振荡培养时，易产生菌丝球 (mycelial bead) 的特殊构造。

菌丝体互相紧密纠缠形成颗粒，均匀的悬浮于培养液中，有利于氧的传递以及营养物质和代谢产物的输送，对菌丝的生长和代谢产物形成有利。

三、霉菌的菌落

四、霉菌的繁殖方式

(1) 节孢子

菌丝生长到一定阶段时出现横隔膜，然后从隔膜处断裂而形成的细胞。

(2) 厚垣孢子

某些霉菌种类在菌丝中间或顶端发生局部的细胞质浓缩和细胞壁加厚，最后形成一些厚壁的休眠孢子。

(3) 孢囊孢子

(4) 分生孢子

是在生殖菌丝顶端或已分化的分生孢子梗上形成的孢子，分生孢子有单生、成链或成簇等排列方式，是子囊菌和半知菌亚门的霉菌产生的一类无性孢子。

2. 有性孢子

经过两性细胞结合而形成的孢子称为有性孢子。经过两性细胞结合产生新个体的过程称为有性繁殖。有性繁殖一般不普遍，特别在人工培养基上不出现。

霉菌的有性繁殖过程十分复杂，一般分为三个阶段，即质配、核配和减数分裂。

a) 质配：两个性细胞结合，细胞质融合，成为双核细胞，每个核均含单倍染色体 ($n+n$)。

b) 核配：两个核融合，成为二倍体接合子核，此时核的染色体数是二倍 ($2n$)。

c) 减数分裂：具有双倍体的细胞核经过减数分裂，核中的染色体数目又恢复到单倍体状态。

(1) 卵孢子：菌丝分化成形状不同的配子囊，小的叫雄器和大的叫藏卵器，雄器与藏卵器结合后所形成的有性孢子叫卵孢子。

(2) 接合孢子：由菌丝分化成两个形状相同、但性别不同的配子囊结合而形成的有性孢子叫接合孢子。

(3) 子囊孢子：菌丝分化成产囊器和雄器，两者结合形成子囊，在子囊内形成的有性孢子即为子囊孢子。

子囊孢子的形成过程：

雄器的细胞质、细胞核经受精管进入产囊器，质配后产囊器生出许多短短的菌丝称产囊丝，+、-成对的核进入产囊丝多次分裂，产囊丝生出许多隔膜成多细胞菌丝，产囊丝顶端细胞有1个“+”核、1个“-”核，该细胞称子囊母细胞，子囊母细胞中两核结合形成 $2n$ 核、一次减数分裂一次有丝分裂，产生8个 n 核，8个 n 核发育成子囊

孢子，此时子囊母细胞即子囊。子囊孢子是在子囊内形成的有性孢子。

(4) 担孢子：菌丝经过特殊的分化和有性结合形成担子，在担子上形成的有性孢子即为担孢子。

霉菌有性孢子繁殖的特点：

a) 霉菌的有性繁殖不常见。

b) 有性繁殖方式因菌种不同而异，有的两条营养菌丝就可以直接结合，有的则由特殊的性细胞（性器官）——配子囊或由配子囊产生的配子来相互交配，形成有性孢子。

c) 核配后一般立即进行减数分裂，因此菌体染色体数目为单倍，双倍体只限于接合子。

d) 霉菌的有性繁殖存在同宗配合和异宗配合两种情况。

3. 生活史

无性繁殖阶段：菌丝体（营养体）在适宜的条件下产生无性孢子，无性孢子萌发形成新的菌丝体，多次重复。

有性繁殖阶段：在发育后期，在一定条件下，在菌丝体上分化出特殊性器官（细胞）质配、核配、减数分裂后形成单倍体孢子，再萌发形成新的菌丝体。

有一些霉菌，至今尚未发现其生活史中有有性繁殖阶段，这类真菌称为半知菌

4. 霉菌孢子与细菌芽孢的比较

第4节 常用真菌简介（熟悉）

（一）毛霉属（*Mucor Micheli ex Fries*）

毛霉是较为低等的真菌，生长迅速，菌丝发达，在基质上或基质内能广泛蔓延，菌丝不分隔，不产生假根和匍匐枝，是单细胞真菌，在分类上属于接合菌亚门或亚纲。

毛霉以孢囊孢子的形式进行无性繁殖，孢子梗直接由菌丝体生出，顶端有一个球形的孢子囊，囊内有囊轴，囊轴与孢子囊梗直接相连，孢子囊成熟后，囊壁易消失或破裂。

毛霉中有的菌 eg. 总状毛霉能产生厚垣孢子，有性繁殖是异宗配合，产生接合孢子。

毛霉中的许多种分解蛋白质能力很强，豆腐乳、豆豉的制作均用毛霉。

（二）根霉属（*Rhizopus Ehrenberg*）

根霉和毛霉很相似，不同的是根霉有假根和匍匐菌丝。匍匐菌丝呈弧形，在培养基表面水平生长。分枝状的假根伸入培养基内，与假根相对处向上生出孢子梗，顶端形成孢子囊，内生孢囊孢子。孢子囊内具囊轴，囊轴茎部与孢子囊梗相连处有囊托。以孢囊孢子的形式进行无性繁殖，有性繁殖形成接合孢子，根霉对酿酒业具有特殊作用，我国用淀粉发酵生产酒、酒精，由于酵母不能直接利用淀粉，所以淀粉的糖化用的就是根霉，根霉具有活力很强的淀粉酶。根霉也是导致瓜果蔬菜腐烂的主要菌。

（三）红曲霉

红曲霉在麦芽+琼脂上生长良好，菌落为膜状的蔓延生长物，表面有皱纹。菌落开始为白色，成熟后变为红紫色等，能向培养基中分泌红色色素。

菌丝分隔、多核、多分枝，分生孢子在菌丝及其分枝的顶端，2~6个成串，分生孢子大多为梨形，多核。

红曲霉有性繁殖是形成子囊孢子，其子囊果是闭囊壳，闭囊壳是球形的，有柄，闭囊壳内散生十多个子囊，子囊也是球形的，有8个子囊孢子。

红曲霉能产生淀粉酶、麦芽糖酶、蛋白酶、柠檬酸、琥珀酸、乙醇，能提取天然食用色素，用于制作黄酒、醋、红腐乳等。

（四）曲霉

曲霉菌丝体发达，菌丝分隔，菌丝体产生大量的分生孢子梗，分生孢子梗顶端膨大成为顶囊，顶囊一般是球形的，顶囊表面长满一至二层辐射状的小梗称分生孢子小梗，小梗顶端着生成串的球形分生孢子，分生孢子梗生在足细胞上，并通过足细胞与营养菌丝相连足细胞是一个特化了的细胞，壁很厚。

曲霉属中大多数种只进行无性繁殖，也有极少数中能产生子囊孢子。黑曲霉

淀粉酶用于淀粉的糖化、液化；

酸性蛋白酶用于食品制作、消化剂；

果胶酶用于果汁澄清、植物纤维精制；

柚苷酶和橙皮苷酶，用于桔子汁或桔果酱脱苦；产生多种有机酸eg. 柠檬酸、葡萄糖酸等。

能引起食品等霉变。

	黄曲霉，在食品上能产生大量的黄曲霉毒素。黄曲霉毒素具有很强的致癌性，所以食品中只要测出就不能食用， 黄曲霉产生蛋白酶、淀粉酶、果胶酶、有机酸等。 黄曲霉的菌落是黄绿色，菌落平坦或有放射性状皱纹，顶囊呈烧瓶形或近似球形。 （五）青霉 青霉在自然界中分布很广，是水果腐烂、粮食等工农业产品霉变的主要菌。青霉的菌落是绿色的，菌丝有横隔，气生菌丝发达，分生孢子梗顶端不膨大，有扫帚状的分枝，称帚状枝。帚状枝是由单轮、双轮或多轮分支构成。最后一级称小梗，着生小梗的细胞称梗基，小梗上产生分生孢子。 青霉 青霉素、灰黄霉素、柠檬酸、延胡索酸、草酸等纤维素酶， 青霉菌有的也能产生致癌的霉菌毒素。青霉和曲霉中绝大多数未发现性过程。所以人们还是喜欢把青霉属和曲霉属归为半知菌，在Ainsworth系统中属于半知菌亚门丝孢纲丝孢目丛梗孢科。
小结	画出思维导图
作业	1、简述真菌的形态结构与菌落特征。 2、真菌的抵抗力有何特点？
七、课后反思	

模块一：微生物学基础					
基本信息					
授课题目	病毒	课程名称	食品微生物学	课程类型	专业基础课
授课学时	4 学 时	授课对象	食品检验检测技术 251、（3+证书）251	授课方式	讲授
教学内容分析					
第1 节 病毒的形态结构及化学组成 第2 节 病毒的增殖 第3 节 病毒的干扰现象和干扰素 第4 节 病毒的人工培养 第5 节 噬菌体					
学情分析					
已学习《食品微生物学》课程的部分基础知识，如细菌、放线菌、真菌的形态结构、繁殖方式、培养特性等。对病毒有一定的感性认识，例如日常生活中常见的流感病毒、新冠病毒等，但对病毒的系统分类、形态结构、复制周期、致病机制等缺乏深入了解。 希望系统学习病毒的基本特征、致病机制、病毒学检测技术等知识。					
教学目标					
知识目标	知道病毒的形态、特点和结构。 会说出病毒的复制原理 掌握干扰素的概念。				
能力目标	能够运用所学知识分析噬菌体对发酵工业的危害和防治策略。 能够查阅相关文献资料，了解病毒学研究的最新进展。 能够运用批判性思维分析病毒相关问题，并提出自己的见解。				
素质目标	具备吃苦耐劳、独立思考、团结协作、勇于创新的精神和诚实守信的优良品;培养学生具有精益求精的工匠精神、良好的职业道德和家国情怀。				
思政元素	介绍我国科学家在病毒学研究领域取得的重大成就，例如新冠病毒疫苗的研发，增强学生的民族自豪感和爱国热情。 引导学生关注我国病毒性疾病的防控现状，树立科技报国的远大理想。				

教学重难点及解决措施			
重点：病毒的结构和化学组成及干扰现象， 病毒的增殖过程 难点：病毒的危害及应用 解决措施： 采用案例分析、问题导向、小组讨论等教学方法，引导学生主动思考、积极参与。 利用多媒体技术、虚拟仿真实验等手段，增强教学的直观性和趣味性。			
教学环节			
导入案例			
提出问题			
任务点一	病毒的形态结构及化学组成（掌握）	教材	P45
教师讲解	1. 核心(Core) - 单一核酸DNA/RNA 功能：为病毒基因组，含病毒全部遗传信息，控制病毒的一切生命活动。 2 衣 壳 (Capsid) - 蛋白质 - 壳粒(capsomere) 按一定排列方式组成的蛋白质外壳 壳粒排列方式 (1)、二十面体立体对称型（ Icosahedral Symmetry ） (2)、螺旋对称型（Helical Symmetry） (3)、复合对称 型(Complex Symmetry) 功能 - 保护核酸； - 特异吸附宿主细胞表面，决定亲嗜性；		

	- 有抗原性; 3、包膜 - 脂质双层 出芽释放时获得宿主细胞核膜 / 胞膜 - 包膜子粒 (peplomere) / 刺突 (Spike) - 功能 保护核衣壳; 吸附宿主细胞; 病毒表面抗原, 有抗原性;引起机体发热、中毒;
学生活动	
任务点二	病毒的增殖 (掌握)
教师讲解	一、增殖周期 (一)、吸附 病毒的配体位点与细胞表面的特异受体结合 (二)、穿入: 不同病毒, 穿入方式不同 裸露病毒: 病毒胞饮 (virophexis) 包膜病毒: 包膜与细胞膜融合; - 核衣壳直接进入胞浆内 噬菌体: 注入式 - 病毒核酸直接进入胞浆内 (三)、脱壳 不同病毒脱壳方式不同多数病毒在宿主细胞溶酶体酶作用下脱壳, 少数病毒脱壳过程 比较复杂。 痘病毒:在溶酶体酶作用下, 先部分脱壳, 暴露部分核酸, 转译病毒脱壳酶后, 再完全 脱壳 (四)、生物合成 (biosynthesis) 宿主细胞内进行的, 在病毒基因控制下的病毒核酸和蛋白质的合成过程先合成一些 复制酶、抑制蛋白, 抑制宿主细胞的正常代谢, 使细胞代谢向着有利于病毒合成的方向进行, 再依据病毒基因组的指令, 进行病毒核酸的复制、转录和翻译 (五)、组装与释放 组装: - 病毒核酸与病毒蛋白→核衣壳

	- 组装部位不同： DNA 病毒(除痘病毒外)：核内组装(如：ADV) RNA 病毒：多数在胞浆内组装(如：Polio) - 组装方式不同： 以核酸为支架，壳粒按螺旋对称方式排列 先形成 20 面体衣壳，核酸进入，形成核衣壳 释放： - 出芽释放 - 细胞膜可被修复，不直接破坏宿主细胞 - 多见于包膜病毒 - 溶细胞性释放（细胞崩解） - 宿主细胞损伤、崩解， 释放出大量的子代病毒 - 多见于裸露病毒
任务点三	病毒的干扰现象和干扰素（掌握）
教师讲解	（一）、病毒的异常增殖 顿挫感染（流产性感染）(abortive infection)： 细胞条件不合适，病毒进入细胞但不能复制 缺陷病毒（ defective virus ） 基因组不完整的病毒体 （二）、病毒的干扰现象 当两种病毒同时感染同一细胞时，可发生一种病毒的增殖抑制了 另一种病毒增殖的现象。 范围 - 异种病毒、甚至无亲缘关系的病毒之间； - 同种、同型、同株之间； - 活病毒之间、灭活病毒-活病毒之间； 意义 - 阻止或终止感染，宿主不发病或康复 - 影响疫苗之间的免疫效果 机制 -干扰素（Interferon, IFN/INF）

	-破坏了宿主细胞的表面受体 - 阻止吸附， 改变了宿主细胞的代谢途径 - 穿入,复制
任务点四	病毒的人工培养
教师讲解	一、细胞培养----临床上确定病原的“黄金标准” 二、鸡胚接种---- 三、动物接种 常用动物有：小鼠、大鼠、豚鼠、兔、猴等
任务点五	噬菌体（熟悉）
教师讲解	噬菌体：以细菌、真菌、放线菌及螺旋体等为宿主的病毒。 对宿主细胞有高度的特异性。 命名：宿主名称+噬菌体，如大肠杆菌噬菌体。
任务点六	病毒的危害及应用
	病毒虽然会给人类健康、畜牧业、种植业和发酵工业等带来不利的影响,但是又可利用它们进行生物防治、疫苗生产以及作为基因载体等,为人类的生产和生活服务。噬菌体对发酵工业的危害极大,主要影响细菌和放线菌属菌种的生产。若发酵过程中污染了噬菌体,轻者会使发期延长,含数下降,发液清,体形态和值发生异常,影响产品质量,降低发酵单位产量;重则造成倒罐、停产,造成重大损失。噬菌体的危害可以预防,主要措施是控制或杜绝噬菌体赖以生存增殖的环境条件,并可用药物进行防治定期更换菌种等。但是,最有效的防治措施是选育抗噬菌体侵染的突变菌株,将敏感菌株转化为具抗性的新菌种。
小结	画出思维导图

随堂练习

1. 病毒的基本结构是（ ）
A. 核酸、包膜 B. 衣壳、包膜 C. 核酸、包膜和刺突
D. 核酸和衣壳 E. 核衣壳和包膜
2. 病毒增殖、遗传与变异的物质基础是（ ）
A. 质粒的核酸 B. 衣壳蛋白 C. 病毒核酸
D. 结构基因 E. 脂多糖
3. 构成病毒包膜的成分是（ ）
A. 核酸、蛋白质、糖类 B. 酶类、脂质、核酸 C. 糖类、脂质、核酸
D. 脂质、蛋白质、糖类 E. 蛋白质、脂质、核酸
4. 病毒增殖的方式与下列哪种微生物相似?（ ）
A. 衣原体 B. 支原体 C. 螺旋体 D. 立克次体 E. 噬菌体
5. 关于病毒特性，下列叙述哪项不正确?（ ）
A. 以复制方式增殖 B. 只有一种核酸 C. 属原核细胞型微生物

- D. 对抗生素不敏感 E. 对干扰素敏感
6. 细胞融合有利于病毒的
- A. 吸附 B. 脱壳 C. 扩散 D. 复制 E. 释放
7. 病毒感染后不出现明显的临床症状称
- A. 潜伏感染 B. 隐性感染 C. 慢发病毒感染 D. 持续性感染 E. 慢性感染
8. 划分流感病毒亚型的依据是()
- A. 核蛋白抗原 B. M蛋白 C. 血凝素和神经氨酸酶
- D. 核酸类型 E. 培养特性
9. 脊髓灰质炎病毒的传播途径是
- A. 空气传播 B. 经血传播 C. 虫媒传播 D. 粪口传播 E. 垂直传播
10. 甲型肝炎病毒的主要传播途径是()
- A. 呼吸道传播 B. 粪口传播 C. 血液传播 D. 蚊虫叮咬 E. 性接触
11. HBV 感染的主要标志是()
- A. HBsAg B. 抗-HBs C. HBcAg D. HBeAg E. 抗-HBe
12. 下列哪种病毒属缺陷病毒
- A. 甲型肝炎病毒 B. 乙型肝炎病毒 C. 丙型肝炎病毒 D. 丁型肝炎病毒
- E. 戊型肝炎病毒
13. 肝炎病毒的传播途径不包括()
- A. 粪一口途径 B. 血液传播 C. 密切接触传播
- D. 呼吸道传播 E. 垂直传播

七、课后反思

模块一：微生物学基础					
基本信息					
授课题目	微生物的营养与培养基	课程名称	食品微生物学	课程类型	专业基础课
授课学时	4 学 时	授课对象	食品检验检测技术 251、（3+证书）251	授课方式	讲授
教学内容分析					
任务 1 微生物细胞的化学组成 任务 2 微生物的营养 任务 3 微生物的培养基					
学情分析					
1.基础知识：学生已具备一定的微生物学基础知识，对微生物有初步的认识。 2.实践能力：学生在实验操作方面可能存在一定的不足，需要通过实际操作来提高。 3. 兴趣点：学生对微生物的营养与培养基这部分内容兴趣浓厚，愿意进行深入学习和探讨。					
教学目标					
知识目标	1.学习微生物的营养，掌握微生物生长所需要的六大营养要素及其功能;熟悉微生物的主要营养类型，比较微生物吸收营养物质的不同方式，掌握其特点。 2.学习微生物的培养基，明确微生物培养基的定义;掌握常见常用的培养基种类;理解选用和设计培养基的基本原则。				
能力目标	1.学会制备常用的牛肉膏蛋白胨琼脂培养基，能正确进行培养基的制备;会正确操作和维护高压蒸汽灭菌器;会制作试管斜面;能对培养基进行无菌检查和保存;能说出其他通用培养基的制备过程。 2.学会对环境中的微生物进行培养与观察，能在无菌条件下进行平板的制备和环境微生物的接种，并正确说出无菌操作技术要点;会正确使用超净工作台和恒温培养箱等设备。				
素质目标	1.学习科赫与培养基的故事，深刻理解实践没有止境、功夫不负有心人的道理，培养持之以恒、坚持不懈的精神。 2.学习中国古代人民的智慧--传统红曲、泡菜中的选择性培养，坚定历史自信、文化自信，弘扬和传承优秀技术。				
思政元素	激发学生探索微生物世界的热情。 增强学生的生物安全意识，树立无菌操作观念。				

教学重难点及解决措施			
重点：:微生物的六大营养要素及其功能，微生物吸收营养物质的主要方式及其特点培养基及其种类，选用和设计培养基的基本原则。 难点：微生物吸收营养物质的方式及其特点。 解决措施： 将学生分成小组，针对微生物的营养需求和培养基的制备进行讨论，培养学生的团队合作能力。安排实验课，让学生亲自配置培养基，观察微生物在不同培养基中的生长情况。			
教学环节			
导入案例	实践没有止境，功夫不负有心人 罗伯特·科赫与培养基的故事 1881 年，罗伯特·科赫发明了固体培养基划线分离纯种法，解决了液体培养基培养细菌时各种细菌混合生长难以分离的问题，这种方法的发明使得多种传染病病原菌相继被发现，然而发现能用于凝固培养基的合适的凝固剂却不是一帆风顺的经过多次试验，功夫不负有心人，科赫和他的助手终于找到了最合适的凝固剂--琼脂，随后，他又经过多次试验找到了著名的“血清培养基”，成功地分离出结核分枝杆菌,并将其成功培养，他也因此获得了 1905 年的诺贝尔生理学或医学奖。		
提出问题	实验室中如何配制微生物的培养基呢？		
任务点一	微生物细胞的化学组成	教材	P62-63

教师讲解	分析微生物细胞的化学成分,发现微生物细胞含有蛋白质、核酸、糖类、脂类及无机盐等许多各种不相同的化合物,这些化合物在细胞内分别行使着不同的功能,微生物吸收何种营养物质取决于微生物细胞的化学组成。与其他生物细胞的化学组成类似,微生物细胞由碳、氢、氧、氮、磷、硫、钾、钠、镁、钙、铁、锰、铜、钴、锌、钼等化学元素构成。 微生物细胞平均含水分 80%左右,其余 20%左右为干物质。干物质主要由有机物和无机物组成,有机物主要有蛋白质、碳水化合物、脂类、维生素和代谢产物等,有机物占细胞干重的 90%以上。这些干物质是由碳、氢、磷、硫、钾、钙、镁、铁等主要化学元素组成,其中碳、氢、氧、氮是组成有机物质的四大元素,占干物质的 90%~97%,可见它们在微生物细胞构造上是十分重要的。余下的 3%~10%是矿物质元素。除上述磷、硫、钾、钙、镁、铁外,还有些含量极微的铜、锰、硼、碘、镍、钒等微量元素,这些矿质元素对微生物的生长也起着重要的作用。 各种化学元素在微生物细胞中的含量因其种类不同而有明显差异,微生物细胞的化学元素组成也伴随着菌龄、培养条件等的不同而在一定范围内发生变化。如细菌、酵母菌的含氮量比霉菌高。在特殊生长环境中的微生物,常在细胞内富集少量特殊化学元素,如铁细菌细胞内积累较高的铁;硅藻在外壳中积累硅、钙等化学元素。
学生活动	讨论微生物细胞的化学组成
任务点二	微生物的营养
教师讲解	1.1 微生物的营养类型 • 自养型微生物(光能自养、化能自养):以 CO_2 为碳源,通过光合作用或氧化无机物获取能量(如硝化细菌)。 • 异养型微生物(腐生型、寄生型):依赖有机物作为碳源和能源(如酵母菌、乳酸菌、腐败菌)。 • 食品微生物的主要类型:大多数为异养型,与食品腐败、发酵及致病性相关。 1.2 微生物的六大营养要素 1.碳源:构成细胞结构及能量的主要来源(如糖类、脂类、有机酸)。 2.氮源:合成蛋白质和核酸(如氨基酸、铵盐、硝酸盐)。 3.能源:与碳源可能重合(如葡萄糖既是碳源也是能源)。 4.无机盐:提供 P、S、K、Mg 等元素,参与酶活性和渗透调节。 5.生长因子:部分微生物必需的维生素、氨基酸或核苷酸(如乳酸菌需 B 族维生素)。 6.水:细胞代谢反应的溶剂和介质。 2.1 运输机制 1.被动运输: 单纯扩散(如水、O_2、CO_2)。 促进扩散(需载体蛋白,如甘油运输)。 2.主动运输: 需载体蛋白和能量(如 Na/K 泵、ABC 转运系统)。 基团转位:物质在运输中被化学修饰(如葡萄糖通过磷酸转移酶系统进入细胞)。

任务点三	微生物的培养基
教师讲解	1 按成分分类 1.天然培养基： 成分不明确，含天然有机物(如牛肉膏、蛋白胨、马铃薯汁)。 优点：成本低，营养丰富；缺点：重复性差。 应用：食品工业中培养乳酸菌、酵母菌(如酸奶、面包发酵)。 2.合成培养基： 化学成分明确，精确控制各成分比例(如葡萄糖、硝酸铵、磷酸盐)。 优点：实验可重复性高；缺点：配制复杂，成本高。 应用：科研中研究微生物代谢机制。 3.半合成培养基： 天然成分与化学试剂结合(如马铃薯葡萄糖琼脂培养基)。 应用：食品微生物检测(霉菌、酵母菌计数)。 2 按用途分类 1.基础培养基： 满足大多数微生物基本需求(如营养琼脂培养基)。 2.选择性培养基： 抑制非目标微生物，促进目标菌生长。 3.鉴别培养基： 通过指示剂或显色反应区分微生物(如伊红美蓝培养基鉴定大肠杆菌)。 4.富集培养基： 提供特定营养条件，增加目标微生物比例(如硫乙醇酸盐液体培养基培养厌氧菌)。 3 按物理状态分类 1.液体培养基：用于菌体扩增或代谢产物收集(如啤酒发酵液)。 2.固体培养基：含 1.5%~2.0%琼脂，用于菌落分离(如平板计数琼脂)。 3.半固体培养基：含 0.3%~0.5%琼脂，观察微生物运动性(如动力试验)。 培养基的配制与优化 配制步骤 1.材料选择：根据微生物需求选择碳源、氮源、无机盐等。 2.称量与溶解： 按比例称量各成分，依次溶解(一般先溶解缓冲盐，后加热敏感成分)。 3.调节 pH:用 NaOH 或 HCl 调节至适宜范围(如细菌 pH 6.5~7.5, 霉菌 pH 4.0~6.0)。 4.分装与灭菌： 分装后高压蒸汽灭菌(121℃, 15~20 分钟), 热敏感成分需过滤除菌。 5.质量检查：灭菌后检测无菌性及 pH 稳定性。
小结	画出思维导图
随堂练习	

七、课后反思

模块一：微生物学基础					
基本信息					
授课题目	微生物的生长与控制	课程名称	食品微生物学	课程类型	专业基础课
授课学时	4 学 时	授课对象	食品检验检测技术（3+证书）241	授课方式	讲授
教学内容分析					
任务 1 微生物生长的概念及测定方法 任务 2 微生物的生长规律 任务 3 影响微生物生长的因素格 任务 4 有害微生物的控制 任务 5 微生物的遗传变异和育种					
学情分析					
已学习《食品微生物学》课程的部分基础知识，如细菌、放线菌、真菌、病毒的形态结构、繁殖方式、培养特性等。 对微生物的分布有一定的了解，例如知道微生物广泛存在于自然界中，但对不同环境中微生物的种类、数量、分布规律等缺乏深入了解。 对微生物的控制方法有一定的了解，例如知道高温灭菌、紫外线消毒等方法，但对各种方法的原理、适用范围、优缺点等缺乏系统认识。					
教学目标					
知识目标	掌握微生物在自然界中的分布规律：包括空气、水、土壤、人体等环境中微生物的种类、数量、分布特点等。 理解各种微生物控制方法的原理、适用范围、优缺点：包括物理消毒灭菌法（如高温、紫外线、过滤等）、化学消毒灭菌法（如消毒剂、防腐剂等）、生物消毒灭菌法（如抗生素、噬菌体等）。 掌握常用的微生物检测和控制技术：包括空气中微生物的检测、物体表面微生物的检测、消毒灭菌效果的评估等。				
能力目标	能够运用所学知识分析不同环境中微生物的分布特点，并提出相应的控制措施。 能够根据不同的需求选择合适的微生物控制方法，并正确操作。 能够查阅相关文献资料，了解微生物控制技术的最新进展。 能够运用批判性思维分析微生物控制相关问题，并提出自己的见解。				
素质目标	培养学生对微生物分布与控制的学习兴趣，激发学生探索微生物世界的热情。 增强学生的生物安全意识，树立无菌操作观念。 培养学生的社会责任感和使命感，引导学生关注微生物控制对公共卫生安全的重要性。				

	培养学生的团队合作精神和创新意识。		
思政元素	介绍我国在微生物控制领域取得的重大成就，例如在新冠疫情防控中采取的消毒灭菌措施，增强学生的民族自豪感和爱国热情。 引导学生关注我国微生物控制技术的发展现状，树立科技报国的远大理想。		
教学重难点及解决措施			
重点：1、消毒与灭菌 2、常用的理化灭菌法及其使用范围。 难点：正常菌群与条件致病菌的概念 解决措施： 采用案例分析、问题导向、小组讨论等教学方法，引导学生主动思考、积极参与			
教学环节			
导入案例			
提出问题			
任务点一	微生物的分布	教材	P91-92

教师讲解	一、在自然界的分布 （一）水中的微生物 细菌、真菌、病毒等 判断水的污染程度的方法以测定水中细菌总数和大肠菌群数为指标 大肠菌群：一群在37℃、24h 能发酵乳糖产酸产气，需氧或兼性厌氧的G- 我国饮用水卫生标准:1ml 水中细菌总数不超过 100 个，1L 水中大肠菌群数少于 3 个 水有自净作用。判断自净效果用细菌为 指标 （二）土壤中的微生物 条件：营养，pH，T，水 分布：地面下 10~30cm，细菌多于放线菌、真菌 （三）空气中的微生物 条件：缺乏营养、水，有辐射 分布：近地面空气污染严重，随高度上升数量下降。微生物的量随季节变化（夏季多些）；室内微生物的量与空气的流通有关 二、微生物在人体的分布 皮肤以及与外界相通的腔道中均有不同种类的微生物 1、正常菌群：正常存在于人体外表和同外界相通的肠道、呼吸道等腔道中，人体免疫功能正常时，对宿主无害，有些还有利的微生物。
学生活动	
任务点二	消毒与灭菌（掌握）
教师讲解	一、几个基本概念 抑制(Inhibition)：生长停止，但不一定死亡； 防腐(Antisepsis)：防止或抑制霉腐微生物在食品等物质上的生长； 化疗(Chemotherapy)：杀死或抑制宿主体内的病原微生物； 死亡(Death)：生长能力不可逆丧失； 消毒(Disinfection)：杀死或灭活病原微生物（营养体细胞）； 灭菌(Sterilization)：杀死包括芽孢在内的所有微生物； 控制有害微生物主要有以下几种措施： 理化因子抑菌还是杀菌作用的相关因

素： 理化因子的强度或浓度；

同一浓度理化因子作用时间的长

短； 不同种类的微生物；

同种微生物的不同生长时期；

（一）灭菌（sterilization）

采用强烈的理化因素使任何物体内外部的微生物永远丧失其生长繁殖能力的措施，称为灭菌。

Eg. 高温灭菌、辐射灭菌等

死亡：微生物永远丧失其生长繁殖能力

消除毒害“毒害”就是指传染源或致病菌

（二）消毒是一种采用较温和的理化因素，仅杀死物体表面或内部一部分对人体或动植物有害的病原菌，而对被消毒的对象基本无害的措施。

Eg. 对皮肤、水果、饮用水进行药剂消毒的方法；

对啤酒、牛奶、果汁和酱油等进行消毒处理的巴氏消毒法，等等。

（三）防腐（antisepsis）

防腐就是利用某种理化因素完全抑制霉菌微生物的生长繁殖，即通过制菌作用防止食品、生物制品等对象发生霉腐的措施。

防腐的措施

（1）低温

（2）缺氧

（3）干燥

（4）高渗

（5）高酸度

（6）高醇度

（7）防腐剂

（四）化疗（chemotherapy）

化疗即化学治疗，指利用具有高度选择毒力（selective toxicity）即对病原菌具有

	高度毒力而对宿主基本无毒的化学物质来抑制宿主体内病原微生物的生长繁殖,借以达到治疗该宿主传染病的一种措施。 用于化疗目的的化学物质称化学治疗剂(chemotherapeutant)。最重要的化学治疗剂 如磺胺类等化学合成药物、抗生素、生物药物素和若干中草药中的有效成分等。
小结	画出思维导图
作业	1、什么是正常菌群、条件致病菌和菌群失调。 2、什么是消毒、灭菌、无菌、无菌操作及防腐。 3、常用的物理消毒灭菌法有哪些?
七、课后反思	

模块二：微生物学在食品工业中的应用					
基本信息					
授课题目	微生物与食品制造	课程名称	食品微生物学	课程类型	专业基础课
授课学时	4 学 时	授课对象	食品检验检测技术 251、（3+证书）251	授课方式	讲授
教学内容分析					
任务 6.1 细菌与食品制造 任务 6.2 酵母菌与食品制造 任务 6.3 霉菌与食品制造任务					
学情分析					
1.基础知识： 学生已掌握微生物学基本概念、分类及结构，但对微生物在食品工业中的具体应用缺乏系统认知。 2.实践能力： 具备基础实验操作技能(如显微镜使用、培养基制备),但对发酵工艺的流程设计及质量控制经验不足。 3.兴趣点： 对酸奶、啤酒等日常食品的微生物发酵过程兴趣浓厚，喜欢通过案例和实验理解理论知识。					
教学目标					
知识目标	掌握细菌、酵母菌、霉菌在食品制造中的具体应用及作用机理；理解发酵工艺的关键控制点。				
能力目标	能设计简单的发酵实验方案；能分析食品生产中微生物污染的防控措施。				
素质目标	培养严谨的科学态度和食品安全意识；提升团队协作与问题解决能力。				
思政元素	结合“食品安全国家战略”，强调微生物技术对保障人民健康的重要性，树立社会责任意识。				
教学重难点及解决措施					

重点：
不同微生物(细菌、酵母菌、霉菌)在食品制造中的功能差异及实际应用案例。

难点：
发酵工艺的代谢调控及工业化生产的优化设计。

解决措施：
1.通过动态流程图演示发酵过程，结合工厂实拍视频增强直观理解。

教学环节			
导入案例	展示市售酸奶包装上的“活性乳酸菌”标识，提问：“为什么酸奶需要冷藏？乳酸菌如何将牛奶变成酸奶？”		
任务点一	细菌与食品制造	教材	P122-132
教师讲解	乳酸菌在酸奶、泡菜中的应用		
任务点二	酵母菌与食品制造		
教师讲解	通过啤酒生产流程图，解析酵母菌酒精发酵的生化反应及工艺参数控制。		
任务点三	霉菌与食品制造		
教师讲解	酱油、豆腐乳的固态发酵		
小结	画出思维导图		

随堂练习	
七、课后反思	

模块二：微生物学在食品工业中的应用					
基本信息					
授课题目	微生物与食品的腐败变质	课程名称	食品微生物学	课程类型	专业基础课
授课学时	4 学 时	授课对象	食品检验检测技术 251、（3+证书）251	授课方式	讲授
教学内容分析					
任务 7.1 食品中微生物的污染来源及其途径 任务 7.2 微生物引起食品腐败变质的原因 任务 7.3 各类食品的腐败和变质 任务 7.4 食品腐败变质的控制					
学情分析					
1.基础知识：学生已掌握微生物学基本概念、分类及生长特性，但对食品工业中的具体应用缺乏系统认知。 2. 实践能力：具备基础实验操作技能（如无菌操作、培养基制备），但对食品腐败微生物的检测及控制技术经验不足。 3. 兴趣点：对食品安全事件、食品保鲜技术及微生物检测的实际案例兴趣浓厚。					
教学目标					
知识目标	1. 掌握食品腐败变质的微生物污染来源及途径； 2. 理解微生物代谢活动对食品品质的影响机制；				

	3. 熟悉不同食品（乳制品、肉制品、果蔬等）腐败变质的特征及控制方法。		
能力目标	1. 能分析食品腐败案例并提出针对性控制方案； 2. 能运用微生物检测技术评估食品卫生质量。		
素质目标	1. 培养严谨的科学态度和食品安全责任意识； 2. 强化团队协作与创新解决问题的能力。		
思政元素	1. 结合“三聚氰胺奶粉”“瘦肉精”等事件，强调职业道德与社会责任感； 2. 通过“碳中和”理念，探讨绿色防腐技术的可持续发展意义。		
教学重难点及解决措施			
重点：微生物污染途径、腐败变质的生化机制、控制技术。 难点：不同食品腐败的差异性分析、防腐技术的实际应用。 解决措施：通过“案例对比法”分析乳制品与肉制品的腐败差异。			
教学环节			
任务点一	食品中微生物的污染来源及其途径	教材	P154-155

教师讲解	微生物污染是食品腐败的核心问题。其来源可分为内源性（原料自带）与外源性（加工、储存环节污染）。 1. 内源性污染：以生鲜食品为例，动物肠道中的沙门氏菌、植物表面的乳酸菌均可能成为污染源。需通过原料筛选与预处理（如巴氏杀菌）降低风险。 2. 外源性污染：包括人员操作（手部卫生）、设备清洁度（管道残留生物膜）、空气尘埃（霉菌孢子传播）。通过 HACCP 体系中的 CCP 点控制可有效阻断污染链。 3. 典型案例：2018 年某品牌冰淇淋李斯特菌污染事件，调查发现污染源于生产车间排水系统设计缺陷。此案例表明，环境监控与设备维护的重要性。 此外，需强调“交叉污染”概念，如生熟食品未分区处理可能导致致病菌传播。通过动画演示食品加工流程中的污染路径，帮助学生直观理解。
任务点二	微生物引起腐败变质的生化机制
教师讲解	微生物通过分泌酶类（蛋白酶、脂肪酶）分解食品成分，产生异味、变色等腐败现象。 蛋白质腐败：分解产生硫化氢、胺类（如腐胺），导致肉制品腐臭； 碳水化合物发酵*：乳酸菌产酸使果蔬软烂； 脂肪氧化：霉菌产生的脂肪酶引发油脂酸败，产生哈喇味。 结合“奶酪成熟过程”对比有害腐败与有益发酵的差异，引导学生辩证看待微生物作用。
任务点三	食品腐败变质的控制
教师讲解	控制技术分为物理（高温灭菌、辐照）、化学（防腐剂、抗氧化剂）、生物（乳酸菌竞争抑制）三类。 1. 物理方法：超高压处理可杀灭致病菌且保留营养，适用于果汁保鲜； 2. 化学方法：山梨酸钾对霉菌抑制效果显著，但需严格遵循国标用量； 3. 生物方法：噬菌体靶向清除特定病原菌，如应用于即食肉制品的李斯特菌控制。
小结	画出思维导图
随堂练习	分析某罐头食品胀罐现象的微生物学原因，并提出解决方案。

七、课后反思