# 基于知识图谱的《食品微生物学》混合式教学模式构建与应用

程媛媛
山东农业工程学院食品科学与工程学院，中国·山东 济南 250100

**摘要：**教育数字化以及课程育人要求的持续落实，为食品微生物学知识内容重组和混合式教学改进提供了新的思路；本文把课程、知识、知识点以及知识元当作四级结构来使用，依据课程标准、教材内容和教学目标开展节点提取、层级校验、资源挂接以及专家审核工作，并以细菌的形态与结构为案例，把个性化预习、课堂重难点互动和课后薄弱点巩固连接起来，还从学习行为、知识掌握、实践能力以及师生体验等方面设计成效验证路径，以期让课程资源推送更契合学生差异，使知识之间的前后联系得到清楚呈现，并为学生形成食品安全责任意识、专业判断能力以及持续学习能力提供教学支持。

**关键词：**食品微生物学；知识图谱；混合式教学；个性化学习；教学评价

## Construction and Application of a Blended Teaching Model for Food Microbiology Based on Knowledge Graphs

**Cheng Yuanyuan**
School of Food Science and Engineering, Shandong Agricultural Engineering College, China Shandong Jinan 250100

**Abstract:** The continuous advancement of educational digitalization and the ongoing implementation of curriculum-based education have provided new insights into restructuring food microbiology content and improving blended teaching. This study treats courses, knowledge domains, knowledge points, and knowledge units as a four-level structure. Based on course standards, textbook content, and teaching objectives, it conducts node extraction, hierarchical validation, resource integration, and expert review. Taking bacterial morphology and structure as a case, the model connects personalized pre-class preparation, interactive classroom focus on key and difficult points, and post-class reinforcement of weak areas. It also designs evaluation pathways from learning behaviors, knowledge mastery, practical skills, and teacher-student experiences to ensure that course resources are better tailored to individual student differences, clearly demonstrate connections among knowledge components, and provide pedagogical support for cultivating students' awareness of food safety responsibility, professional judgment, and lifelong learning capabilities.

**Keywords:** Food microbiology; Knowledge graph; Blended teaching; Personalized learning; Teaching evaluation

## 0 引言

食品微生物学作为食品类专业核心课程，不仅要求学生系统掌握微生物形态、代谢、生长与控制等基础知识，还要求其能够将专业知识置于食品生产情境中进行综合判断，逐步形成食品安全责任意识。然而，该课程概念密集、上下位关系与前后逻辑联系复杂，传统章节式讲授易使知识呈碎片化状态；统一安排的预习与作业难以兼顾学生基础差异，课前、课中、课后各环节反馈衔接不畅，制约了育人要求、知识传授与能力培养的有机融合。基于国家教育数字化战略与课程思政建设要求，本文以高等教育出版社《微生物学教程》为教材依据，面向食品营养与健康专业学生，选取“细菌的形态、构造及其功能”为典型案例，从四级知识节点构建入手，系统呈现分层预习、重难点课堂互动、薄弱点课后补学及多维度效果验证的混合式教学实施过程。

## 1《食品微生物学》课程四级知识图谱构建

### 1.1 知识节点层级划分

四级知识图谱把课程—知识—知识点—知识元作为基本层次，将育人要求、内容范围以及概念粒度纳入同一结构，课程层统领全局，承接食品安全意识、科学素养以及责任伦理等人才培养要求，明确课程在食品营养与健康专业中的核心定位；知识层围绕微生物类群、营养培养、新

陈代谢、生长控制、微生物生态以及食品腐败防控等内容展开，把课程总体目标落实到较为完整的知识模块；知识点层继续向下细化，把微生物细胞构造、繁殖方式、生长规律以及代谢类型等列为可以识别的学习内容；知识元层指向不能再作实质拆分的最小单元，具体落到不同菌株的细胞壁结构、菌落特征以及生理属性，各节点依照“总体目标—核心模块—细分内容—最小单元”的逻辑建立从属关联，上级节点划定内容边界，下级节点提供具体支撑，还保留类属、组成以及前后关联等横向联系；《高等学校课程思政建设指导纲要》强调价值塑造、知识传授以及能力培养相统一，这一要求被纳入课程层，并且沿层级关系落实到各类节点，使专业知识划分与课程育人目标保持对应。

### 1.2 知识图谱校验搭建

知识图谱的校验搭建以课程标准、教材内容以及教学目标为依据，借助智能提取工具批量识别节点，把内容归入课程、知识、知识点以及知识元四级结构；识别结果需结合概念进行人工核对，厘清上下位归属、类属、组成以及前后衔接，避免节点重复、层级错置或关联含混；依托超星学习通平台初步搭建图谱，并且把课件、学习任务、拓展材料以及测评内容对应的资源链接嵌入节点，使知识结构与课程资源对应；《教育强国建设规划纲要（2024—2035 年）》提出实施国家教育数字化战略，为平台搭建以及资源整合提供了政策依据，但自动识别结果不能直接定稿，还要组织食品微生物领域行业专家以及一线授课教师开展多轮审核，从专业表述、内容边界、层级关系以及资源匹配等方面复核，把遗漏节点补充完整，对错误节点作出修正，同时调整关联方向以及疏密程度，直至节点名称准确、从属清楚、链接有效，形成可用于混合式教学的课程知识图谱，如图 1 所示。

## 2 知识图谱赋能《食品微生物学》混合式教学实施路径设计

### 2.1 个性化预习资源推送

知识图谱支持下的个性化资源推送，是把《食品微生物学》课前预习由统一安排转向分层准备的重要环节，教师需围绕课程目标以及后续课堂任务，把课程视频、练习题、案例解析以及思政素材分别挂接到相应知识节点，同时结合学生以往的学习记录、前置知识掌握情况以及任务完成表现，划分不同的预习起点，按照“基础概念辨识—结构关系理解—生产情境迁移”的顺序形成任务链，并且设置难度适宜、数量可控的资源组合，使学生能够在规定时间内完成学习，教师也可凭借节点反馈了解共性疑问以及个体差异，为课堂讲授、案例分析以及小组讨论范围的确定留下依据。具体实施时，面向食品营养与健康专业学生，把“细菌的形态、构造与功能”当作预习内容来开展任务设计；课前依托超星学习通调取学生此前在微生物基本类群、细胞基本组成等关联节点上的答题以及资源学习记录，再把“细菌基本形态—细胞基本结构—细胞壁组成—革兰氏染色反应—食品生产控制”串接为具有前后联

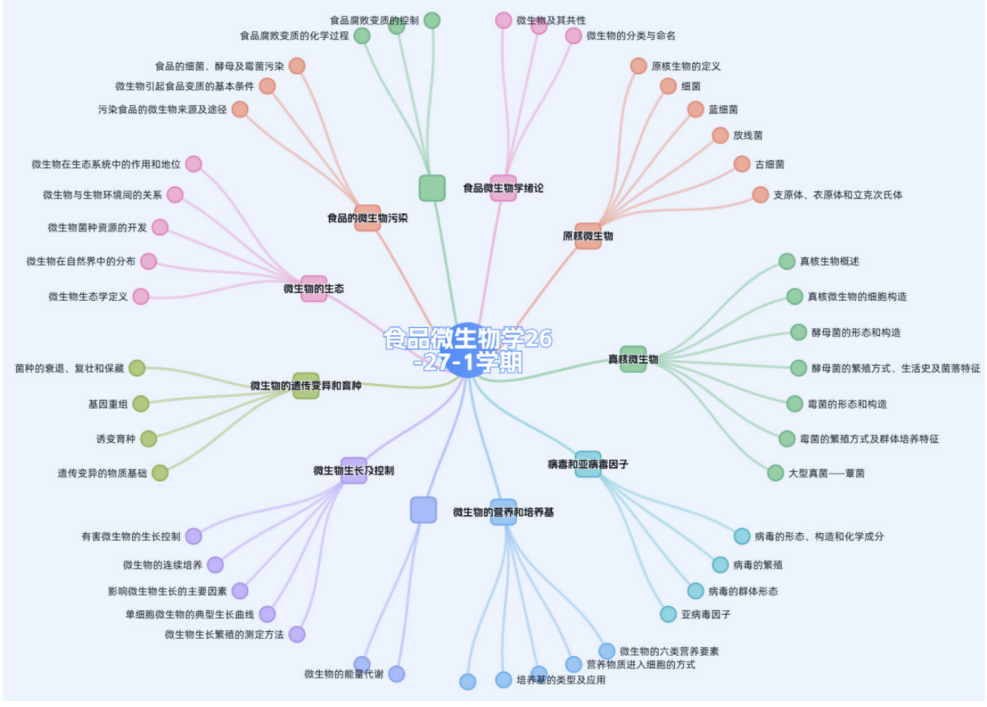


图 1 食品微生物环状知识图谱

系的预习路线，其中，对前置概念掌握较弱的学生，推送细菌细胞壁结构科普讲解视频以及基础概念填空题，视频内容突出肽聚糖、细胞膜、细胞质等结构的位置关系，填空任务要求辨认细胞壁的基本功能以及革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌的主要差别，让学生先完成必要概念的补充；对已有基础较好的学生，则推送革兰氏染色实操案例、食品生产中灭菌处理所对应细菌结构靶点的拓展资料以及食品安全责任相关素材，引导其梳理初染、媒染、脱色、复染各环节与染色结果之间的联系，并把细胞壁结构差异同灭菌处理的作用对象联系起来；不同任务均关联到同一核心节点，学生完成后提交填空结果、案例判断以及简短预习疑问，教师再依据错误较为集中的节点调整课堂内容，既不让基础薄弱学生因材料过难而停留在表面浏览，也避免基础较好学生反复进行低难度学习，从而让不同层级的学生都形成进入课堂学习所需的认知准备。

### 2.2 重难点导向课堂互动

知识图谱对课堂重难点的呈现，为《食品微生物学》课中互动的组织提供了较为清楚的内容依据，教师可把图谱中关联程度较高、理解难度较大以及前后衔接紧密的节点当作课堂讲授的主要线索，先围绕关键概念开展有针对性的讲解，再安排问题辨析、小组讨论以及情境分析等活动，让学生从结构辨认逐步走向原理说明以及生产判断，同时把学生的回答情况反馈到相应节点，观察理解偏差集中出现的位置，据此调整讲授速度、讨论范围以及追问深度，使课堂互动始终围绕知识难点展开，也让知识传授、实践判断以及食品安全责任意识能够在同一学习过程中形成联系。教师先调取课前任务完成情况，把“革兰氏阳性菌与阴性菌细胞壁差异”确定为课堂需要重点突破的内容，并且借助知识图谱呈现细胞壁组成、革兰氏染色反应以及食品生产控制之间的前后关系；讲授时，教师引导学生对照分析两类细菌的结构，明确革兰氏阳性菌具有较厚的肽聚糖层并含有磷壁酸，革兰氏阴性菌的肽聚糖层较薄，外侧还有外膜以及脂多糖，再把结构差异同初染、媒染、脱色、复染各环节联系起来，要求学生说明脱色后出现不同染色结果的缘由，而不是只记忆颜色结论；完成概念辨析后，教师给出乳制品加工中的真实生产情境，把学生分成若干小组，围绕热力灭菌以及巴氏消毒的作用原理开展讨论，各组需要从细菌细胞壁、细胞膜以及细胞内物质受到热作用后的变化进行判断，并分析不同处理方式在杀灭程度、产品品质保持以及食品安全控制方面的关系，避免把细胞壁差异简单等同于耐热能力；在交流过程中，教师依照图谱节点追问学生，促使各组说明为什么生产环节不能只凭革兰氏染色结果选择处理条件，还需考虑微生物种类、存在状态以及加工要求，随后把学生提出的判断依据放回“细胞结构—染色反应—热处理原理—生产控制”这一关联路径中进行梳理；课堂结束前，教师设置由结构识别、缘由解释以及情境判断组成的随堂提问，根据学生回答中较为集中的错误，适当放慢细胞壁组成部分的讲授节奏，或增加热处理原理的追问，使尚未理解的节点能够在课堂内得到再次说明，也为后续课后巩固确定较为准确的薄弱内容。

### 2.3 薄弱点靶向课后巩固

知识图谱所形成的学习轨迹，为课后巩固由统一作业转向薄弱点识别以及分层补学提供了依据，教师可把课前预习、课堂回答以及随堂测评记录放回相应节点进行判断，分清概念缺失、关系理解不清以及情境迁移不足等情况；再依照学生掌握程度安排基础补偿、重点订正以及拓展运用任务，控制任务数量以及难度，借助再次作答检查补学情况，使课后巩固同前两个教学环节保持联系，也避免只凭一次成绩作出固定判断。面向食品营养与健康专业学生，教师在课后汇总超星学习通中的预习答题、课堂讨论以及随堂提问记录，把错误对应到“细胞壁组成—革兰氏染色反应”这一路径：对仍混淆两类细菌结构、不能解释脱色后颜色差异的学生，推送细胞壁结构专项习题以及二次讲解短视频，习题要求其辨认肽聚糖层厚薄、磷壁酸、外膜以及脂多糖的归属，并且依据结构差异说明染色结果，短视频则把初染、媒染、脱色、复染同细胞壁结构逐项对应，学生观看后订正原题并提交缘由说明；对已经掌握核心知识点的学生，教师推送“细菌结构特性在食品防腐中的应用”拓展思考题，要求其结合乳制品加工，分析热力灭菌以及巴氏消毒对细胞壁、细胞膜以及细胞内物质的影响，还要说明生产中不能只依据革兰氏染色结果确定处理条件的缘由；任务提交后，教师依据同一节点的二次作答保留补学材料或开放拓展资料，使基础补缺以及能力拓展落到学生实际需要巩固的内容上。

## 3 基于知识图谱的混合式教学模式有效性验证

### 3.1 学习行为数据评估

学习行为记录能够从学习过程层面反映知识图谱赋能《食品微生物学》混合式教学的实际运行状况，评估时依托超星学习通，对运用该模式的班级以及传统教学班级开展同期观察，把预习完成率、课堂互动频次、作业完成质

量以及拓展资源点击量当作主要指标来进行整理，同时统一两个班级的统计周期、任务范围以及判定口径，减少课程进度、任务数量等因素造成的干扰；预习完成率主要考察学生能否按时进入相应节点完成资源学习以及前置任务，课堂互动频次侧重记录提问回应、小组讨论以及在线反馈的参与情况，作业完成质量则联系提交及时性、订正情况以及知识运用表现进行判断，拓展资源点击量还需结合停留时长以及后续任务完成情况加以辨别，避免把单次点击直接认定为有效学习。对各项记录进行比较时，教师既要查看班级整体变化，也要把不同基础学生的行为差异纳入分析，并且沿着课前、课中以及课后的连续过程，考察学生是否由被动接收任务逐步转向主动查找关联资源、参与课堂表达以及开展课后补学；对于完成率较高但互动较少、点击次数较多但作业质量变化不明显等情况，不宜只凭单项记录作出结论，而要联系知识节点访问顺序、任务完成时间以及重复学习状况进行综合判断，由此梳理学生在资源选择、课堂参与以及薄弱内容补充方面形成的行为特性，并把较为集中的停滞环节反馈到任务难度、资源数量、推送顺序以及课堂活动安排之中，为后续调整知识图谱关联关系以及混合式教学组织方式提供较为稳妥的依据。

### 3.2 学习成效维度评估

学习成效维度的评估，需要把知识掌握情况以及实践能力表现放在同一评价范围内，并且对运用知识图谱混合式教学的班级以及传统教学班级进行同期比较，知识掌握方面可把单元测试、期末考核的平均分以及知识点得分率当作主要依据，在统一考核内容、试题难度、评分标准以及教学进度的条件下，对两类班级的成绩分布进行整理，不只关注总体分数发生的变化，还要沿知识图谱中的关联路径查看不同层级知识的掌握状况，尤其考察学生对微生物细胞构造、代谢活动、生长控制以及食品腐败防控等复杂关联内容能否作出较为完整的解释，据此判断学生是停留在单项概念记忆上，还是已经能够把前后知识联系起来，同时还需联系平时测验以及期末考核的表现，避免凭借某一次考核结果作出片面判断。实践能力方面则把微生物分离培养、食品腐败菌鉴定等实操任务纳入评价，依据操作步骤的规范程度、培养条件的选择情况、实验现象的观察记录、鉴定依据的完整性以及结果解释的合理程度，对两类班级的任务完成质量开展比较，并把实践过程中出现的问题对应到有关知识节点，查看学生能否把培养方法、菌落特性、生理属性以及食品腐败现象进行联系，还要考察其面对任务条件变化时能否重新选择判断依据，而不是照搬既有操作流程；教师可结合过程记录、实验报告以及任务结果进行综合评定，将知识点得分情况同实操表现相互参照，从而辨别知识理解是否已经转化为实践判断，并据此验证知识图谱赋能的混合式教学对知识掌握以及实践应用能力所产生的实际作用。

### 3.3 学习体验感知评估

学习体验感知评估关注学生以及教师在教学过程中的直接感受，是判断知识图谱赋能《食品微生物学》混合式教学能否稳定运行的重要方面，评估可把结构化问卷以及半结构化访谈结合起来开展：问卷面向学生，围绕任务推送的个性化程度、课程资源同学习需要的适配情况、知识点理解效率、各学习环节的衔接感受以及学习负担设置题项，同时保留开放表达位置；访谈则根据学习基础、任务完成情况以及课堂参与程度选取学生，继续了解资源数量是否适宜、关联路径是否清楚、薄弱内容提示是否准确，并且把认可意见以及使用困难一同纳入整理，避免只凭整体满意程度判断模式成效。教师层面的体验反馈可围绕备课资源整理、课堂重难点确定、学生差异识别、课后任务安排以及教学时间投入展开，借助半结构化访谈了解授课教师能否凭借节点记录较快把握学情，个性化任务是否带来额外负担，平台呈现以及资源挂接是否便于日常教学；整理时还需把师生意见同学习行为以及学习成效相互参照，既要辨别个性化推送、关联资源查找以及薄弱点补学带来的便利，也要记录资源数量偏多、路径提示不够清楚、反馈更新不及时等需要调整之处，再按照意见的集中程度、影响范围以及改进难度安排完善顺序，把相关反馈落到问卷题项、资源安排、节点关系以及教学组织的后续调整中，从而较完整地说明该模式的接受程度、实际适用性以及持续改进空间。

## 4 结语

食品微生物学知识图谱的建设，不只是把教材目录进行层级化整理，而是要依据课程目标、专业内容以及育人要求，把分散知识重新放入具有从属关系和前后联系的结构中，并且借助人工审核来修正自动识别中可能出现的重复、错位以及关联含混问题；在混合式教学中，图谱节点还可把课前资源推送、课中问题讨论和课后补学任务连接起来，学生已有基础、课堂表现以及再次作答情况由此能够得到连续记录，教师也可据此去调整资源数量、讲授节奏和任务难度；教学成效不能只看单次成绩，还需把学习行为、知识理解、实践操作以及师生体验相互参照，关注学生能否从结构辨认走向原理解释和生产判断，同时应持

续检查节点关系、资源匹配以及平台反馈是否契合教学需要，从而使知识图谱更稳妥地服务于差异化学习、实践能力培养以及食品安全责任意识的形成。

**参考文献：**

[1] 龚淑芬，方宇媛，胡欢欢等.“环境工程微生物学”混合式教学模式的创新与实践[J]. 实验室研究与探索，2025,44(09):165-172.

[2] 韩成云，温经柏，李桥桥. 线上线下混合式教学模式在药学专业“微生物学与免疫学”课程中的探索[J]. 现代园艺，2024,47(24):181-184+187.

[3] 王春娟，王金龙，侯宇等. 基于“SPOC+ 翻转课堂”的微生物学课程教学改革实践[J]. 安徽农学通报，2024,30(24):130-132.

[4] 张连英，齐芬芳，先国兰等.“病原生物学与免疫学”混合式教学模式的探索[J]. 遵义师范学院学报，2024,26(06):119-122.

[5] 申志发，李敏，吴蓉等. 基于“小组讨论 +SPOC”的研究生医学分子生物学混合式教学模式探索[J]. 高校医学教学研究 ( 电子版 )，2024,14(06):25-30.

基金项目：2025 年度山东农业工程学院教学研究与改革项目人工智能赋能教育教学专项（基于知识图谱的混合式教学应用研究——以《食品微生物学》课程为例，25XJAIY06）；2024 年度山东农业工程学院“数智课程”建设项目数字课程（食品微生物学实验，24XJSZSZ08）；2025 年山东省本科教学改革研究项目（应用型高校创新创业与食品类专业教育融合的人才培养模式改革研究与实践，Z2025673）。

作者简介：程媛媛（1985-），女，汉族，山东省菏泽市人，硕士研究生，副教授，研究方向：主要从事食品营养与安全领域研究。