Creative Education Studies 创新教育研究, 2026, 14(11), 90-100
Published Online November 2026 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ces
https://doi.org/10.12677/ces.2026.1411866

新工科背景下“乳与乳制品工艺学”教学改革与实践

赵　洁，白　英，鄂晶晶，明　亮，王俊国*

内蒙古农业大学食品科学与工程学院，内蒙古　呼和浩特

收稿日期：2026年8月31日；录用日期：2026年10月31日；发布日期：2026年11月12日

摘　要

新工科建设对食品科学与工程类专业人才培养提出了强化工程实践能力与跨界创新素养的新要求。针对《乳与乳制品工艺学》传统教学中实践环节薄弱、创新训练缺位及职业素养培育不足等核心问题，文章系统阐述了课程教学改革路径：构建“认知实习－综合实训－生产实习－创新产品设计”四位一体的递进式实践教学体系，将课程思政深度融入理论教学与产教融合全过程，并建立多元化考核评价机制。改革实践表明，该体系有效激发了学生学习内驱力，显著提升了学生的工程操作能力、复杂问题解决能力及创新创业意识，学生科创竞赛获奖成果与企业评价反馈良好。本项改革为新工科背景下食品类专业核心课程的教学模式重构提供了可借鉴的实践范例。

关键词

新工科，乳与乳制品工艺学，实践教学，产教融合，课程思政

Teaching Reform and Practice of “Milk and Dairy Products Technology” under the Emerging Engineering Education Context

Jie Zhao, Ying Bai, Jingjing E, Liang Ming, Junguo Wang*

College of Food Science and Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot Inner Mongolia

Received: August 31, 2026; accepted: October 31, 2026; published: November 12, 2026

Abstract

The Emerging Engineering Education initiative imposes new demands on talent cultivation in Food

*通讯作者。

文章引用: 赵洁, 白英, 鄂晶晶, 明亮, 王俊国. 新工科背景下“乳与乳制品工艺学”教学改革与实践[J]. 创新教育研究, 2026, 14(11): 90-100. DOI: 10.12677/ces.2026.1411866

Science and Engineering majors, emphasizing enhanced engineering practice capabilities and interdisciplinary innovation competence. In response to the core issues prevalent in traditional teaching of *Milk and Dairy Products Technology*, namely weak practical components, insufficient innovation training, and inadequate professional ethics cultivation, this paper systematically elaborates on the reform pathways for the course. We have constructed a four-tier progressive practical teaching system integrating cognitive internship, comprehensive training, production internship, and innovative product design, deeply integrated curriculum ideology and politics throughout both theoretical instruction and industry-education integration, and established a diversified assessment and evaluation mechanism. Reform practice demonstrates that this system effectively stimulates students' intrinsic learning motivation, significantly improves their engineering operation skills, complex problem-solving abilities, and entrepreneurial innovation awareness, with favorable outcomes reflected in student awards from science and technology competitions and positive employer feedback. This reform provides a replicable practical paradigm for the pedagogical restructuring of core courses in food-related majors under the Emerging Engineering Education framework.

Keywords

Emerging Engineering Education, Milk and Dairy Products Technology, Practical Teaching, Industry-Education Integration, Curriculum Ideology and Politics

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

乳业是以种、养业为基础、乳品加工业为核心的产业。近年来，随着我国经济的高速腾飞，我国乳业也在飞速发展，生产水平稳步提升，消费市场保持增长[1]。我国乳品市场规模从 2008 年的 2168 亿元增至 2020 年的 6385 亿元，年均复合增长率达 9.4%，已成为全球第二大乳品消费国；2021 年度全球乳业 20 强榜单中，伊利集团和蒙牛乳业分别位列第 5 名和第 9 名，标志着中国乳企已跻身世界乳业第一方阵[1]。2025 年 1~11 月，我国乳制品出口量 12.38 万吨、同比激增 86.8%，出口额 3.76 亿美元、同比增长 52.6%，出口市场成为行业增长新亮点[2]。

然而规模扩张的背后，结构性矛盾依然突出。与乳业发达国家相比，我国上游奶牛单产水平和饲料转化率与欧美差距明显，养殖成本居高不下；中游产品同质化严重，常温白奶和普通酸奶占比过高，奶酪、稀奶油、功能性乳蛋白等高附加值领域的研发能力薄弱[3]；下游渠道下沉和乡村市场渗透不足，冷链物流配套尚不完善。这些问题的根源之一在于复合型工程人才短缺－既精通乳品科学又熟悉工程装备、既具备工艺优化能力又拥有质量管控意识与创新思维的行业骨干供不应求，严重制约了产业从“做大”向“做强”的跨越。与此同时，《高等学校课程思政建设指导纲要》明确要求“把思想政治教育贯穿人才培养体系”“解决好专业教育和思政教育‘两张皮’问题”，让所有课程都承担好育人责任[4]。在此背景下，《乳品工艺学》作为食品科学与工程类专业(乳品工程方向)的核心主干课程，其实践教学改革已不仅是课程层面的技术调整，更是服务国家乳业战略与落实立德树人的共同要求。

国外工程教育重视能力培养，体验式学习已有共识。Kolb 的体验学习圈把学习看成“具体体验－反思观察－抽象概念化－主动实验”的循环上升过程，认为知识是在经验转换中形成的，这为“做中学”提供了心理学依据[5]。丹麦技术大学基于 CDIO 改革《食品微生物学》课程，把“乳酸菌发酵与噬菌体

污染”这一真实乳业问题带进实验室，让学生在做发酵时计数菌数、测 pH，并与统计学、分析化学、食品生产等课程开展跨学科项目，提高了应用能力和学习投入[6]。巴塞罗那自治大学开发虚拟奶牛群平台，让学生完成饲喂、繁殖、疾病治疗和抗生素期停奶等决策，87%以上学生认为效果和动机好于传统讲授[7]。这些做法有几个共同点：用真实产业问题做情境，用跨学科项目做载体，以可测能力为目标，把职业伦理当作能力来培养，而不是只讲道理。

国内关于递进式实践体系和课程思政已有推进，但乳品方向仍显零散。这些探索大多强调基础、综合、创新分层，校企双导师和多元评价，为本研究提供了结构参考[8]。课程思政方面，已有“知识－价值－能力－行为”四层级育人目标，强调知识和价值要内化为能力、再变成行为，才算完成立德树人[9]；食品领域也有“文化 + 专业 + 思政 + 创新”四维融合做法[10]，以及《乳品工艺学》课程思政教学设计案例[11]。然而，多数成果面向食品科学与工程大类或单门课程，针对乳品工程这一细分方向、覆盖“牧场－工厂－市场”全链条的系统设计不多。且认知实习、综合实训、生产实习和创新训练常被分开讨论，缺少统一的能力进阶主线。

针对上述问题，本研究先用 OBE 反向设计，再用 CDIO 组织全过程，把 Kolb 体验学习圈作为每次活动设计依据，构建《乳品工艺学》认知、实训、生产、创新四个环节递进衔接的实践教学体系，并把课程思政贯穿四个环节。

2. 课程介绍

《乳与乳制品工艺学》是食品科学与工程专业的专业教育核心课程，也是乳业领域的必修课程，其主要内容包括乳的成分及性质、原料乳的检测、乳制品的加工方法及原理等，教学内容如表 1 所示。通过对该课程的学习，使学生掌握乳与乳制品相关的基础和专业知识，具备乳品相关领域专业技术应用能力，能够进行乳与乳制品的检测分析、产品生产、开发、品质控制、工艺及工程设计等工作。为培养专业良好，实践技能较强，具有一定解决实际复杂工程问题能力和学术研究能力的复合应用型人才奠定良好的基础。

Table 1. Theoretical teaching content of dairy processing technology
表 1. 《乳与乳制品工艺学》理论教学内容

编号	章节	主要内容
1	乳的组成及成分变化	1. 乳的组成成分； 2. 影响乳成分变化因素； 3. 乳制品的分类及特点； 4. 异常乳的种类及特征。
2	乳的化学组成及理化特性	1. 乳蛋白质、脂肪、碳水化合物的化学组成； 2. 乳的理化特性； 3. 其他乳成分的化学组成； 4. 其他畜乳的加工利用。
3	乳的微生物学	1. 乳中微生物的来源； 2. 乳中微生物的种类及生长特性； 3. 如何控制原料乳中的微生物。
4	乳制品生产的单元操作	1. 乳制品生产的单元操作原理； 2. 相关乳品加工设备； 3. 乳制品生产的单元操作过程。
5	液体乳生产	1. 液态乳的分类； 2. 巴氏杀菌乳、延长货架期乳及灭菌乳的生产工艺； 3. 延长货架期乳中相关高新技术的应用。

续表

6	发酵乳	1. 发酵乳及酸奶的定义； 2. 发酵剂的类型及其制作； 3. 发酵剂菌株选择及发酵乳生产的单元操作； 4. 凝固型酸乳与搅拌型酸乳的区别； 5. 益生菌的定义及含益生菌发酵乳的生产工艺。
7	浓缩乳制品	1. 淡炼乳的定义及生产工艺； 2. 甜炼乳的定义及生产工艺； 3. 其他浓缩乳制品的特点。
8	乳粉	1. 乳粉的生产工艺； 2. 乳粉速溶化工艺； 3. 婴儿配方乳粉的定义； 4. 如何以牛乳粉为基料生产婴儿配方乳粉。
9	干酪	1. 干酪的定义及种类； 2. 干酪生产的基本原理； 3. 各类典型干酪的生产工艺。
10	乳脂类产品	1. 奶油的定义及生产奶油的基本原理； 2. 稀奶油物理成熟的原理和方法； 3. 奶油的连续生产工艺。
11	冷冻乳制品	1. 冰激凌及雪糕的定义； 2. 冰激凌和雪糕生产的基本原理； 3. 冰激凌的物理结构特点； 4. 冰激凌的质量标准及质量控制。
12	乳蛋白质产品	1. 制备酪蛋白的工艺过程； 2. 乳清蛋白产品的种类以及制备方法； 3. 乳蛋白质的功能特性以及其在食品工业中的应用。

3. 课程教学现状分析

传统的《乳与乳制品工艺学》授课方式主要以课堂理论讲授为核心，依赖教材知识的单向传递。实验、实训等实践教学环节往往处于从属地位，学时不足、内容陈旧或流于形式，未能与理论深度融合。同时，团队项目、小组讨论、技术报告撰写与答辩等能锻炼沟通表达、团队协作能力的教学活动亦开展不足。这种模式导致学生处于被动接受知识灌输的状态，学生动手能力薄弱，工程实践能力欠缺，创新思维培养不足，致使学生认识和解决复杂工程问题的综合能力欠缺。此外，学生对乳品行业的现状、发展趋势、产业链结构、职业发展路径及岗位核心能力要求普遍缺乏清晰认知，导致其学习目标模糊，职业认同感和学习内驱力不强。

4. 课程教学改革解决的主要问题

本课程具有多学科交叉性、强实践操作性与广泛应用性等特征。针对传统教学中存在的实践实训不足、创新能力培养缺位、职业素养教育薄弱等核心矛盾，本次改革以“学生中心、产出导向”为原则，通过线下教学与线上资源深度融合，引入讨论型、研究型等多元化教学模式，调动学生学习兴趣，培养学生主动思考的能力。重点突破实践教学短板，系统性重构教学流程，使学生深度掌握乳品生产工艺与设备应用，强化复杂工程问题解决能力与创新思维，助力企业需求型高质量人才队伍的建设。

4.1. 针对学生动手能力差，加强实践教学，培育复合应用型高质量人才队伍

以实际生产需求为产出导向，以理论教学为基础，强化实践教学，提升教学质量。通过增设模块化实训项目、升级实验设备、开发虚拟仿真产线等措施，将杀菌均质、发酵控制、灌装封装等核心工艺的实操训练时长提升 50%。有效地促进学生对本课程理论知识的认识和理解，激发学生的学习兴趣，提高学生的工程实践技能，提升解决乳品生产中微生物控制、产品稳定性维护等复杂工程问题的能力，为企业输送“即用型”技术骨干。

4.2. 针对学生创新意识弱，通过科研支撑教学，培养大学生的高阶思维能力

针对学生创新意识薄弱、科研素养不足等问题，打造“科研反哺教学”生态链。依托省部级重点实验室建立本科生创新平台，将非热杀菌技术、高活性益生菌产品开发等教师科研成果转化为教学案例库；系统性组织“乳制品功能性改良”“乳清高值化利用”等专题研究项目，引导学生完成从文献调研、方案设计到产品开发的完整科研训练。同时以“互联网+”“挑战杯”等双创赛事为引擎，联合乳品企业设立产学研课题，培养学生科研思维与创新能力。

4.3. 针对学生职业素养弱，加强课程思政教育，培育具备知识、能力、素质的综合型人才

直面学生行业认知模糊、职业责任感缺失等深层次问题，将课程思政深度融入专业教育。通过专题教学，植入“乳品安全无小事”的职业使命感。将思想政治教育与专业课程有机融合、协同教学，培养兼具扎实专业能力与过硬职业操守的高素质应用型人才。

5. 实践教学改革及教学效果

5.1. 教学改革方法与措施

课程的整体教学内容分为三部分，课堂理论教学内容、实验教学和实践教学内容，其中课程思政元素要融入理论教学中。课堂理论教学内容：共 40 学时，主要内容包括乳的成分、乳的化学组成及理化特性、乳制品生产单元操作、液体乳、发酵乳、干酪、奶油、炼乳、冰激凌等乳制品制造加工工艺和原理。实验教学内容：共 24 学时，主要内容包括原料乳质量的评定(乳的感官、酸度、酒精试验、密度、煮沸试验等测定)、乳成分的测定(全乳固体的测定；乳脂肪的测定)、凝固型酸奶的制作、切达干酪的制作。实践教学作为理论联系产业的关键环节，分为认知实习、综合实训、生产实习和创新产品设计四个递进模块。

5.1.1. 课程思政元素有效融入理论教学

传统理论教学中的思政内容多以案例罗列、故事讲述为主，往往在知识点讲授完毕后另起一段作价值引申。这种做法导致元素与知识点之间缺乏内在关联，形成“两张皮”。为此，本课程将从三个层面进行改革：一是以政策导向为指引。在发酵乳章节引入《“健康中国 2030”规划纲要》的减糖导向，要求学生核算配方中的添加糖含量并与市售主流产品对照；在发酵剂部分结合种业振兴背景，说明我国直投式发酵剂对外依存度较高的现状。学生由此能够在标准条款与技术路线中读出产业责任；二是以工程伦理为核心思想。添加剂的使用常常合法但未必适度，标签标示是否如实、冷链断链后产品如何处置、新分离菌株能否直接投入生产，这些问题虽无唯一答案，却有明确的合规边界。课堂讨论的落脚点在于确立一项原则：合规是工程实践的第一约束；三是以文化传承为特色轴，挖掘区域乳品资源的教学价值。在干酪、发酵乳等章节引入奶皮子、奶豆腐、酸马奶等传统乳制品的工艺机理。教学中先厘清老师傅经验性描述背后的理化依据，再讨论现代化改造中哪些要素不可替换、技术改良的边界何在。这一过程既讲清了凝乳与酸化的科学原理，也促使学生思考科技赋能与文化尊重的关系，进而理解特色乳品产业对

农牧民增收及民族地区发展的实际意义。

5.1.2. 四位一体实践模块有效贯通实践教学

(1) 认知实习

认知实习安排在理论课程起始阶段，组织学生深入乳品企业、现代化牧场进行现场观摩，由企业导师与课程教师联合讲解原料乳采集、生产线布局、质量管控体系及行业发展趋势。有效解决低年级学生缺乏行业感性经验、学习动机模糊的问题，帮助学生将抽象的理论术语(如均质、杀菌、发酵剂)与实际设备、场景对应起来(表 2)。通过与企业一线人员交流，学生能够初步感知乳品行业的职业素养要求、安全生产规范及“健康中国”战略下的产业责任，激发专业认同感和学习内驱力，为后续深层次理论学习奠定基础。

Table 2. Implementation plan of the cognitive internship
表 2. 认知实习实施方案

操作流程(1 周)			
阶段	**主要内容**	**指导方式**	**实习产出**
准备阶段	安全教育与考试(≥90 分方可入场)、实习任务书下发、分组(5~6 人/组)、企业背景与工艺视频预习、签署《安全与保密承诺书》	校内导师	安全考试卷、承诺书
牧场观摩	奶牛品种与 TMR 日粮、挤奶厅(并列式/转盘式)结构与真空系统、挤奶“七步法”、药浴与乳头护理、冷缸速冷至≤4℃、冷链运输与生乳交接检验		奶牛场布局草图
工厂观摩	收乳间→净乳→标准化→均质→杀菌/灭菌→无菌灌装→装箱码垛；品控中心(收乳检验、理化与微生物检测、留样与追溯)；CIP 站、制冷与锅炉、污水处理	企业导师为主，校内导师为辅	全流程工艺流程图
专题讲座	企业导师讲行业发展趋势、双碳与节能、乳制品国家标准体系、“健康中国”战略下的产业责任与职业路径		讲座笔记
复盘汇报	整理实习日志、小组汇报与教师点评	校内导师	实习报告、汇报 PPT
任务要求			
个人	出勤率 100% (病假须补学)，实习日志不少于 5 篇(每篇≥300 字)，手绘或软件绘制完整工艺流程图 1 份，提交 2000 字实习报告。		
小组	完成 1 次 10 分钟汇报(含行业趋势与职业认知)。		

评分细则(占实践成绩的 10%)				
指标	**权重**	**评分要点**	**评分依据**	**评分教师**
出勤与纪律	20%	迟到早退扣分；劳保穿戴规范；无违纪	签到记录、现场记录	校内教师
过程参与	20%	提问质量、互动频次、笔记完整性	日志、现场记录	双导师
日志与流程图	25%	术语–设备–场景对应准确；图面完整规范	日志、图纸	校内教师
总结汇报	25%	内容完整、逻辑清晰、能联系理论与产业责任	汇报表现、PPT	双导师
安全与职业素养	10%	安全意识、文明参观	现场记录	双导师

(2) 综合实训

综合实训是在实验室和校内中试车间开展的模拟生产训练，涵盖原料乳验收、标准化、均质、杀菌、发酵、灌装等完整操作单元，要求学生分组完成凝固型酸奶、切达干酪等典型产品的全流程制作，并同步进行成品理化指标检测与感官评价。通过亲手操作设备、记录数据、分析异常(如凝乳失败、风味缺陷)，培养学生工程思维和故障排查能力，同时强化团队协作与实验记录规范。实训中引入乳制品安全国家标准(GB)的对照执行，使学生养成依标生产、质量至上的职业习惯，切实提升解决复杂工程问题的初步能力(表 3)。

Table 3. Implementation plan of the comprehensive training
表 3. 综合实训实施方案

操作流程(2 周，实验室 + 校内中试车间)			
阶段	**主要内容**	**指导方式**	**产出**
项目导入与标准研读	解读 GB 19301《生乳》、GB 19302《发酵乳》、GB 5420《干酪》、GB 12693《乳制品良好生产规范》及 GB 4789 系列微生物检验方法		实训报告
方案设计与物料核算	完成配方设计、标准化计算、设备与工时排程、风险评估。		实训报告
设备点检与 CIP	按 SOP 完成设备检查、清洗消毒与卫生学验证。		实训报告
原料乳验收	感官、温度、密度、酸度、脂肪与蛋白质、抗生素残留快速筛查、菌落总数抽检。	校内导师讲解、演示，学生实践	实训报告
核心工序操作	酸奶线：预热→均质→杀菌→冷却→接种发酵剂→灌装→发酵→后熟。干酪线另含：凝乳酶添加、凝块判定、切割、搅拌、排乳清、加盐、压榨、成熟。		实训报告
成品检验与感官评价	测定酸度、pH、持水力、黏度、脂肪与蛋白质、水分、色泽与质地；感官评定；微生物抽检。		实训报告
总结与答辩	提交实训报告、原始记录本与数据处理表，进行小组答辩。		汇报 PPT

任务要求
每组完成凝固型酸奶与切达干酪各不少于 1 批次，成品主要理化指标达到国标或企业内控限；原始记录实时、不可涂改，数据可追溯；每人轮转不少于 3 个岗位；发生人身伤害、设备损坏或样品污染须立即报告并记录。

评分细则(占实践成绩的 30%)			
指标	**权重**	**评分要点**	**评分依据**
操作规范与安全卫生	20%	SOP 执行、个人防护、CIP 与清洁验证、设备点检	观察量表
产品品质	25%	感官、理化达标率、出品率	检测报告、出品率核算
数据记录与报告	20%	原始记录规范、计算正确、图表与结论一致	记录本、报告
标准执行与质量意识	15%	《标准对照表》完整性、依标判定、不合格处置	对照表、处置记录
团队协作与岗位轮换	10%	分工合理、交接清楚、互评良好	互评表、教师记录
答辩与改进能力	10%	异常分析逻辑、改进方案可行性	答辩评分表

(3) 生产实习

生产实习安排学生在暑期进入合作乳品企业，进行不少于一周的跟岗轮训，岗位覆盖前处理、灌装、品控、CIP 清洗等核心工段，由企业师傅“一对一”带教，参与实际生产倒班和日常巡检。让学生沉浸式体验工业化连续生产的节奏、成本控制逻辑及应急处理规程，解决校内实训无法模拟的规模化设备操作、长时间运行稳定性、能源消耗优化等真实工程难题(表 4)。通过承担具体岗位任务，学生能够深刻理解 HACCP 体系在生产现场的落地方式，学会用工程语言撰写工作日志和故障报告，培养抗压能力、责任意识和沟通技巧。同时，在真实职场环境中感悟乳品从业者的工匠精神和质量红线意识，实现知识、能力与职业态度的同步跃升。

Table 4. Implementation plan of the production internship
表 4. 生产实习实施方案

操作流程(1 周)		
阶段	**主要内容**	**指导方式**
入厂准入	三级安全教育与考试、健康体检、保密协议、发放实习证与劳保用品。	校内导师
跟岗轮训	覆盖前处理、灌装、品控、CIP 清洗、仓储物流等工段。	企业导师
异常与应急学习	观摩停机、换产、偏差处置与召回演练，完成 1 次模拟应急处置。	企业导师
日志与周报	用工程语言记录产量、参数、偏差、原因与建议。	企业导师
结业考核	岗位实操与 ppt 汇报。	双导师
任务要求		
累计跟岗 ≥ 40 学时，覆盖不少于 3 个核心工段，《岗位任务清单》完成率 ≥ 90%；绘制所在线体 HACCP 计划表 1 份；无安全事故、无质量事故、无违纪；提交不少于 2000 字实习报告。		
评分细则(占实践成绩的 30%)		
指标	**权重**	**评分要点**	**评分教师**
岗位技能实操	25%	操作熟练度、参数设定准确、独立完成任务	企业导师
企业综合评价	20%	劳动纪律、出勤、责任心、沟通协作、抗压	企业导师
日志与报告质量	20%	工程语言、数据翔实、分析深入、HACCP 计划表正确	企业导师
结业考核	20%	岗位应知应会、应急与安全规程	双导师
安全与规范	15%	零事故、劳保规范、GMP 与卫生执行	双导师

(4) 创新产品设计

创新产品设计作为实践教学的进阶环节，要求学生以小组为单位，结合区域特色(如蒙古族传统乳制品奶皮子、奶豆腐、酸马奶等)或市场新需求(低糖、高蛋白、植物基复配等)，自主提出产品方案，开展小试配方实验、工艺优化、保质期初步验证，并完成成本核算、包装设计和营销路演(表 5)。锻炼学生综合运用乳品科学、食品工程、感官科学和市场营销等多学科知识进行跨界创新的能力。在挖掘和改良民族传统乳制品的过程中，自然融入文化传承与科技赋能的双重思考，增强创新自信和专业担当。最终，优秀作品可推荐至创新创业竞赛或企业孵化，实现“学－研－创－用”闭环，为培养复合型乳品工程人才提供强劲支撑。

Table 5. Implementation plan of the innovative product design
表 5. 创新产品设计实施方案

操作流程(4 周，项目制)		
阶段	**主要内容**	**指导方式**
市场调研	市场调研和区域特色挖掘，寻找创新思路。	实施导师制，每位导师负责一个小组的跟踪设计和实验完成。
试验设计	提交项目书，包括需求痛点、目标人群、技术路线、法规可行性、原料可得性、初步成本、风险与伦理等内容。	
配方小试	单因素预试 + 正交或响应面设计，明确因素水平与评价指标，平行重复≥3 次。	
工艺优化与中试放大	确定关键工艺参数，完成中试批次≥2 批，评估放大效应。	
保质期初步验证	常温/冷藏加速试验结合微生物跟踪，记录感官劣变节点。	
合规与成本	标签设计；完成成本、得率、能耗、建议零售价与毛利测算。	
感官评价	感官评分，统计显著性。	
包装与营销	包装结构、材料阻隔性、视觉设计与卖点提炼，完成营销路演。	
汇报答辩	企业评委参与打分，优秀作品推荐至创新创业竞赛或企业孵化。	
任务要求		
每组 4~6 人；提交立项书、实验记录本、原始数据集、工艺规程草案、检测报告、成本核算表、包装设计稿、路演讲解与实物样品；涉及传统乳制品改良须说明文化来源与传承价值。		
评分细则(占实践成绩的 30%)		
指标	**权重**	**评分要点**	**评分教师**
市场调研与立项质量	20%	调研真实性、需求清晰度、立项可行性	校内导师
技术方案与实验严谨性	25%	设计合理性、重复与对照、数据分析方法、记录规范	校内导师
产品品质与感官表现	20%	感官评分、稳定性、与竞品对比优势	校内导师
合规性与成本核算	15%	标准与标签合规、成本测算准确、定价逻辑	校内导师
路演表达与团队协作	15%	陈述逻辑、答辩应对、分工与贡献度	5 名专家
加分项(上限 10 分)	—	文化传承价值、专利/论文/竞赛获奖、企业采纳意向	5 名专家

5.2. 教学效果

课程教学改革实施以来，通过构建涵盖课堂互动、实验操作规范、实训报告质量、项目路演表现及期末综合测试等多元化考核体系，有效激发了学生的学习内驱力。学生课堂出勤率与主动提问频次显著提升，课程综合成绩的优秀率和平均分较改革前均有明显增长；同时，同学们对教师教学效果以及课程满意度也明显提高(图 1)。

依托课程项目驱动的实践教学模式，学生的创新思维和动手操作能力得到系统性强化。由课程组教师指导的本科生创新团队，围绕发酵乳工艺优化、新型干酪研发及蒙古族传统乳制品工业化转化等课程相关内容，积极参与创新创业竞赛，累计在省部级、校级科创竞赛中获奖 8 项。参赛人数和获奖层次逐

年递增，充分彰显了课程在培养学生工程创新能力和团队协作素养上的显著成效。

此外，课程实践教学环节深度对接产业需求，获得了行业头部企业的高度评价。在认知实习、生产实训及综合实训过程中，蒙牛集团、伊利集团及泰利达乳业等合作企业反馈，学生展现出扎实的工艺理论基础、规范的实验操作技能和良好的质量安全意识。多家企业已主动提出扩大实习接收名额，并与课程组签订了长效产教协同育人协议，这标志着课程培养的人才规格与企业岗位胜任力要求实现了有效衔接。

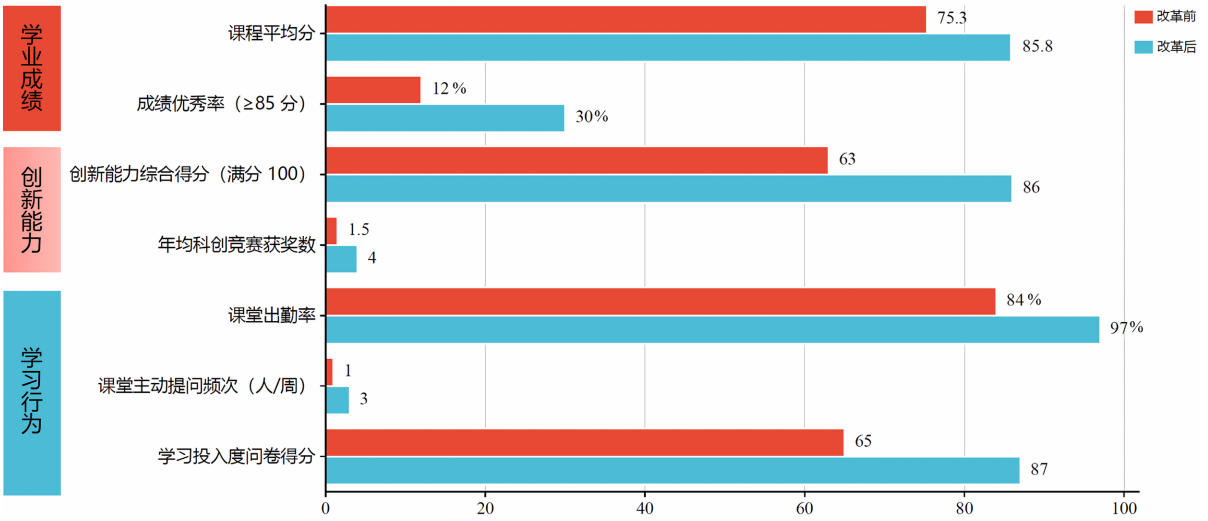


Figure 1. Evaluation of teaching effectiveness
图 1. 教学效果评价

6. 结语

在新工科建设背景下，《乳与乳制品工艺学》课程紧扣乳业转型升级对复合型工程人才的需求，以“学生中心、产出导向”为核心理念，系统剖析了传统教学中实践薄弱、创新欠缺、职业素养不足等核心问题，据此构建了“认知－实训－生产－创新”四位一体的递进式实践教学体系，并将课程思政贯穿全程，实现了理论教学与实践训练、科研反哺与双创竞赛、产教融合与价值引领的深度耦合。改革实践表明，多元化的考核评价有效提升了学习内驱力和课程满意度，递进式实践模块显著强化了学生的工程操作能力、复杂问题解决能力和跨界创新意识，企业反馈与竞赛成果亦从侧面印证了人才培养质量的实质性跃升。

在肯定成效的同时，本研究仍存在局限，需在后续工作改进：一是研究样本单一。本改革仅在单一高校、单一课程、单一年级中实施，样本量较小且缺乏随机分组，教学效果的提升难以完全排除生源质量变化、教师投入增加等因素的干扰；二是评价证据以过程性与主观性数据为主。现有成效指标多为出勤率、提问频次、成绩分布、满意度问卷等，缺少基于统一量表的毕业要求达成度定量计算、纵向追踪数据以及第三方独立评估；三是数字化手段的应用深度不足。虚拟仿真产线、智能质检等仍处于初步建设阶段，尚未形成与线下实操互为补充、数据互通的混合式闭环，难以对大规模、高风险或长周期工况提供充分替代性训练。

展望未来，课程团队将在巩固现有成效的基础上，着力补齐本研究的证据短板与技术支撑。一方面，联合区域同类院校开展多校对照的准实验研究，设置对照班，用前后测和毕业要求达成度计算，分清各实践环节对学生能力增长的独立贡献，为学时分配和权重设定提供量化依据；同时把评价周期延伸到毕

业后 1~3 年，结合雇主满意度、岗位晋升速度和职业资格获取情况，反推课程体系是否有效，形成真正的 OBE 闭环；还要推进数字化与智能化技术融合，开发覆盖全工艺流程的虚拟仿真项目和数字孪生生产线，引入在线 pH 与温度数据采集、LIMS 实验数据管理等工具，让过程数据自动留痕、客观评分，减少人为评价偏差。在此基础上，进一步推动校企协同育人向更高层次迈进，为服务国家乳业高质量发展和区域经济腾飞输送更多德才兼备的高素质应用型人才。

参考文献

[1] 何志强. 我国乳业发展现状与前景分析[J]. 中国乳业, 2021(4): 20-23.

[2] 国家奶牛产业技术体系奶业经济研究室. 中国奶业贸易月报(2025 年第 12 期) [R/OL]. 2025-12-25. https://mp.weixin.qq.com/s/ITDMshK0K_8l7JERwi7KiA, 2026-11-06.

[3] 产能过剩与消费不足并存——提振乳品消费亟待多方发力[EB/OL]. 农业农村部网站. https://scs.moa.gov.cn/gzdt/202507/t20250725_6475982.htm, 2025-07-25.

[4] 高等学校课程思政建设指导纲要[Z]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-06/06/content_5517606.htm, 2020-05-28.

[5] Kolb, D.A. (1984) Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development. Prentice-Hall.

[6] Birk, T. (2014) Collaboration between Courses in the Interdisciplinary Course Food Microbiology. *Proceedings of the* 10*th International CDIO Conference*, Barcelona, 15-19 June 2014, 1-8.

[7] Calsamiglia, S., Espinosa, G., Vera, G., Ferret, A. and Castillejos, L. (2020) A Virtual Dairy Herd as a Tool to Teach Dairy Production and Management. *Journal of Dairy Science*, **103**, 2896-2905. https://doi.org/10.3168/jds.2019-16714

[8] 戴亚虹, 李宏, 邬杨波, 等. 新工科背景下“学践研创”四位一体实践教学体系改革[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(12): 189-195+225.

[9] 梁平. 课程思政“立德树人”四层级目标论[J]. 河南师范大学学报(哲学社会科学版), 2023, 50(4): 151-156.

[10] 孙灵霞, 李蓓蓓, 魏涛. 以文化入味 以思政育才——河南农大食品科学技术学院: 构建食品专业育人新范式[N/OL]. 中国教育新闻网. http://www.jyb.cn/rmtxwwyyq/jyxx1306/202511/t20251112_2111412448.html, 2025-11-12.

[11] 李晓东, 刘璐, 李嘉钰, 等. 《乳品工艺学》课程思政教育的改革与实践[J]. 食品工业科技, 2024, 45(19): 376-382.